

APPROCHE NOVATRICE D'UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE DES PLASTIQUES
POST-CONSOMMATION AU QUÉBEC

Par
Oumou Alpha Nimba Diallo

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement
durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Marc Olivier

MAITRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Octobre 2019

SOMMAIRE

Mots clés : Plastiques, récupération, recyclage, matières secondaires, chaîne de valeur, économie circulaire.

Le plastique est ce matériau omniprésent dans l'économie en raison de ses multiples propriétés et de son faible coût. Cependant, le système mis en place pour gérer les plastiques résiduels a maintes fois démontré ses limites. La crise observée à l'automne 2018, suite à la fermeture du marché chinois aux importations des matières recyclables de l'étranger dont les plastiques a impacté l'industrie de la récupération et du recyclage au Québec. En effet, de nombreux centres de tri sont submergés par des tonnes de certains plastiques triés ne trouvant pas d'acheteurs. Quelques centres sont menacés de fermeture, n'étant plus en mesure de rentabiliser leurs opérations à cause de la chute brutale des prix des matières. Dans ce contexte, le présent essai a pour objectif d'identifier les solutions novatrices à la gestion des plastiques de la collecte sélective générant une chaîne de valeur conforme à l'économie circulaire.

Tout d'abord, l'essai situe en contexte les plastiques de la collecte sélective tout en posant la problématique. Pour approfondir l'étude, une comparaison des mécanismes de gestion au Québec et en France est exposée tout en faisant ressortir les points de divergences et les similitudes. Les différentes chaînes de valeur des plastiques ainsi que leurs limites sont présentées selon les dimensions socioéconomique, environnementale et technologique. Puis, une analyse critique évalue le niveau de performance des critères définis et regroupés selon les trois dimensions ci-dessus. À la lumière de cette analyse, des recommandations proposent une bonification du système de gestion québécois. L'étude propose la création d'un marché local viable propre aux plastiques secondaires. De cette façon, le Québec peut sortir de la dépendance à l'exportation et résoudre la problématique des débouchés. De plus, les centres de tri doivent améliorer la qualité des matières triées pour rendre leur offre plus attrayante. Pour se faire, l'innovation et la recherche et développement sont des moteurs clés de la transformation de la chaîne de valeur. Finalement, la création d'une agence dédiée à la filière des plastiques secondaires est essentielle pour coordonner et superviser les opérations dans l'industrie de la récupération et celle du recyclage.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier énormément mon directeur d'essai, Monsieur Marc Olivier pour le temps accordé et pour ses judicieux conseils partagés avec générosité tout au long de la réalisation de cet essai.

Un merci également à ma famille et mes amis, qui de près comme de loin, ont cru en moi et n'ont cessé de me soutenir au cours de ces deux années de maîtrise en environnement. Je vous serai toujours reconnaissante.

Enfin, un grand merci à toute l'équipe du CUFÉ pour leur professionnalisme, leur disponibilité durant mes années au CUFÉ. Une mention spéciale à Karine Vézina qui m'a donné envie de poursuivre ma maîtrise au CUFÉ.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. MISE EN CONTEXTE	3
1.1 Survol des politiques de gestion des matières résiduelles	3
1.2 Définition et caractéristiques des plastiques de la collecte sélective.....	5
1.3 Données pertinentes sur la gestion des plastiques de la collecte sélective	7
1.4 Énoncé de problématique.....	9
2. GESTION DES PLASTIQUES AU QUÉBEC.....	12
2.1 Industrie québécoise de la récupération	12
2.1.1 Collecte sélective des recyclables.....	12
2.1.2 Consigne publique et consigne privée.....	14
2.1.3 Opération d'un centre de tri.....	16
2.1.4 Modernisation des équipements des centres de tri.....	18
2.1.5 Valoris	18
2.2 Industrie québécoise du recyclage	19
2.2.1 Marché québécois du recyclage	21
2.2.2 Méthodes novatrices de recyclage	24
3. GESTION DES PLASTIQUES EN FRANCE.....	27
3.1 Industrie française de la collecte	27
3.1.1 Collecte séparée	27
3.1.2 Système de consignation	30
3.2 Industrie française du recyclage	31
3.2.1 Marché du recyclage	31
3.2.2 Méthodes novatrices de recyclage	38
4. CHAÎNE DE VALEUR CONFORME À L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE.....	39
4.1 Valeur économique dans une économie circulaire des plastiques.....	40
4.2 Valeur environnementale dans une économie circulaire des plastiques	44
4.3 Valeur technologique dans une économie circulaire des plastiques	45

5.	ANALYSE DE LA BONIFICATION DU SYSTÈME ACTUEL QUÉBÉCOIS	47
5.1	Méthodologie d'analyse	47
5.2	Analyse et commentaires sur les résultats	48
5.3	Commentaires sur les résultats	51
5.4	Recommandations en quoi chaque recommandation favorise EC	54
5.4.1	À l'intention du gouvernement	54
5.4.2	À l'intention de Recyc-Québec	56
5.4.3	À l'intention des fabricants des produits en plastique	56
5.4.4	À l'intention des centres de tri	57
	CONCLUSION	58
	RÉFÉRENCES	60
	ANNEXE 1 - PLASTIQUES DE LA COLLECTE SÉLECTIVE	67

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 2.1 Compacteurs des contenants consignés	15
Figure 2.2 Robot-trieur opérant dans un centre de tri à Trois-Rivières	18
Figure 2.3 Concept du parc éco-industriel de Valoris	19
Figure 2.4 Chaîne de valeur du PET : de la ressource au recyclage des déchets postconsommation	20
Figure 3.1 Benne à ordures ménagères en France.....	28
Figure 3.2 Point d'apport volontaire (PAV) semi-enterré	29
Figure 3.3 Point de collecte par aspiration pneumatique	30
Figure 3.4 Évolution des modes de gestion des plastiques postconsommation entre	32
Figure 3.5 Comparaison des taux de recyclage Europe en 2014.....	33
Figure 3.6 Évolution des prix du pétrole et des plastiques	35
Figure 3.7 Part de la main-d'œuvre dans la structure de cout.....	37
Figure 4.1 Principaux champs d'intervention d'une économie circulaire	40
Figure 4.2 Flux des matières plastiques dans les filières de traitement	42
Figure 4.3 Emplois créés et perdus dans un système d'économie circulaire des plastiques	43
Tableau 2.1 Description des consignes publiques québécoises sur les CRU	14
Tableau 2.2 Valeur moyenne des ballots de plastiques triés de 2018 à 2019	22
Tableau 2.3 Valeur moyenne des ballots de plastiques triés de 2009 à 2017	22
Tableau 2.4 Valeur moyenne des ballots de plastiques triés de 2000 à 2008	23
Tableau 2.5 Valeur moyenne des ballots de plastiques triés de 1991 à 1999	23
Tableau 3.1 Évolution du prix des plastiques triés de 2004 à 2019 en UE-28.....	36
Tableau 4.1 Comparaison entre les taux d'émissions des résines vierges et résines recyclées....	45
Tableau 5.1 Grille d'analyse socioéconomique multicritère et qualitative	48
Tableau 5.2 Grille d'analyse environnementale multicritère et qualitative.....	49
Tableau 5.3 Grille d'analyse technologique multicritère et qualitative	50

LISTE DES ACRONYMES

3RV-E	Réduction à la source, réemploi, récupération, valorisation, élimination
ACIP	Association canadienne de l'industrie des plastiques
ACV	Analyse du cycle de vie
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BOM	Bennes à ordures ménagères
CCME	Conseil canadien des ministres de l'Environnement
CO ₂	Dioxyde de carbone
CRD	Construction, rénovation et démolition
CREM	Conseil régional de l'environnement de la Montérégie
CRM	Contenants à remplissage multiple
CRU	Contenants à remplissage unique
FEDEREC	Fédération professionnelle des entreprises du recyclage
GES	Gaz à effet de serre
GMR	Gestion des matières résiduelles
ICI	Industrie, commerce, institution
IFPEN	Institut français du pétrole énergies nouvelles
ISÉ	Information, sensibilisation, éducation
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MEF	Ministère de l'Environnement et de la Faune
MRC	Municipalité régionale de comté
MRP	Plastiques rigides mixtes
PAV	Points d'apports volontaires
PEhd	Polyéthylène haute densité
PEbd	Polyéthylène basse densité
PET	Téréphtalate de polyéthylène
PLA	Plastique d'acide polylactique
PME	Petites et moyennes entreprises
PP	Polypropylène
PS	Polystyrène
PVC	Polychlorure de vinyle

PVM	Plastique, verre, métal
R-D	Recherche et développement
REP	Responsabilité élargie des producteurs
TPE	Très petites entreprises
UE	Union européenne

INTRODUCTION

Dix ans après la crise de 2008, l'industrie de la gestion des matières recyclables a connu une fois de plus une crise sans précédent. Cette dernière naît de la fermeture du marché chinois à l'importation des matières recyclables, dont celle des plastiques. En effet, la Chine principal acheteur, s'est doté d'une politique Green Fence visant à contrôler le flux des matières recyclables entrant sur son territoire. Le Québec a été pendant longtemps dépendant de ce marché, car le stock de matières récupérées pouvait être vendu sans grande exigence de qualité de tri. (Montembault, 2017) En 2015 par exemple, 40 000 tonnes de plastiques ont été exportées vers la Chine. (Shields, 2017) Aujourd'hui, ce sont les centres de tri qui font les frais de cette décision. Certains d'entre-deux se retrouvent submergés par des ballots de matières triées ne trouvant pas d'acheteurs alors que d'autres s'efforcent à maintenir leurs opérations. (Dupin, 2019)

Un tel constat montre que malgré un système de collecte sélective bien ancré et considéré comme un des meilleurs au monde, le Québec est loin d'être performant dans la gestion des plastiques récupérés d'un point de vue de l'économie circulaire. (Radio-Canada, 2018)

C'est dans ce cadre général que s'inscrit le présent essai. Son objectif principal consiste à identifier les solutions novatrices à la gestion des plastiques de la collecte sélective générant une chaîne de valeur conforme à l'économie circulaire.

Pour atteindre l'objectif principal, cinq sous objectifs sont nécessaires. Il s'agit de présenter le contexte général de l'étude et dresser un portrait des mécanismes de gestion actuelle des plastiques au Québec et en France. Puis, d'exposer les différentes chaînes de valeur de gestion des plastiques conforme à l'économie circulaire et enfin d'analyser la bonification du système de gestion actuel québécois en vue de formuler des recommandations.

Afin d'assurer la crédibilité et la pertinence des sources d'informations, des ouvrages techniques publiés par des organismes publics et privés du secteur de la récupération, du recyclage des plastiques ont été consultés. De plus, les articles de journaux, des revues scientifiques et les réalisations universitaires limités géographiquement au Québec et à l'Europe ont documenté le présent essai. Les échanges avec les professionnels de la gestion des matières résiduelles (GMR) ainsi que les visites effectuées à Récup-Estrie ont alimenté la réflexion lors de la rédaction.

L'essai s'articule en cinq chapitres répondant chacun à un objectif spécifique et permettant d'atteindre ensemble l'objectif principal. Le premier chapitre situe en contexte les plastiques résiduels ainsi que sa problématique. Le deuxième chapitre expose en détail les mécanismes de gestion des plastiques au Québec. Le troisième chapitre reprend le même exercice, mais appliqué au contexte français. La chaîne de valeur des plastiques selon les dimensions, socioéconomique, environnementale et technologique est développée dans le chapitre quatre. Dans le cinquième chapitre, l'analyse critique des données collectées dans les précédents chapitres est exposée. Au regard des résultats obtenus, des recommandations sont formulées en vue de bonifier le système de gestion actuel québécois. Finalement, une conclusion permettra de synthétiser l'étude tout en rappelant les éléments clés.

1. MISE EN CONTEXTE

Ce premier chapitre retrace le cadre général de la gestion des matières résiduelles (GMR) au Québec, à travers un bref historique et l'émergence des différentes politiques GMR. Plus spécifiquement, les enjeux propres à la mise en valeur du plastique récupéré sont analysés dans le présent essai dans leur état actuel.

1.1 Survol des politiques de gestion des matières résiduelles

La politique québécoise de gestion des matières résiduelles est l'outil de référence en la matière au Québec. Elle a progressivement évolué au fil des années. Il est donc pertinent de présenter brièvement son contenu, et ce, à chacune des trois formes qu'elle a connues depuis sa naissance.

La première politique a été adoptée en 1989. Elle s'intitulait Politique de gestion intégrée des déchets solides et introduisait le concept de priorisation des actions en gestion des matières résiduelles selon le principe de réduction à la source, de réemploi, de récupération, de valorisation et d'élimination (3RV-E). C'est à ce moment qu'apparaissent officiellement les concepts de réduction à la source, réemploi, recyclage et valorisation qui doivent se substituer à l'élimination. Elle ciblait deux grands objectifs : diminuer de 50 % les déchets éliminés et renforcer les normes environnementales relatives aux lieux d'élimination en l'an 2000. (Auger, 2006)

Les audiences tenues par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE), mandaté par le ministre de l'Environnement en 1995, avaient pour but de dégager un consensus sur la gestion des matières résiduelles suite aux résultats peu prometteurs révélés en 1994 par le ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) : diminution de seulement 17 % de la quantité de résidus éliminés en 1988. Deux ans plus tard, le rapport du BAPE rendu public en 1997 annonçait 69 recommandations. Celles-ci avaient pour but d'orienter le Québec vers une démarche d'amélioration continue vers l'atteinte de l'objectif zéro déchet. Pour se faire, la détermination des cibles sectorielles par catégorie de matières et la décentralisation à l'échelle des municipalités régionales de comté (MRC) en vue de sélectionner les moyens à adopter pour atteindre les objectifs régionaux sont essentielles. (Olivier, 2016)

En 1998, un plan d'action divulgue les axes de la nouvelle politique 1998 - 2008 découlant du consensus des audiences publiques du BAPE. La priorisation des actions selon une approche 3RV-E est mise de l'avant. À défaut d'une analyse du cycle de vie (ACV), une priorisation

empirique parmi les modes de gestion des matières résiduelles doit privilégier d'abord la réduction à la source, puis le réemploi, ensuite le recyclage, enfin la valorisation de sorte que l'élimination diminue. Cette politique avait pour but principal de mettre en valeur 65 % des matières résiduelles d'ici 2008 ainsi que rendre les lieux d'élimination plus sécuritaires. (Auger, 2006)

Pour se faire, des objectifs de mise en valeur par matière sont attribués à chacun des trois principaux secteurs d'activité. Dans le secteur municipal, 60 % du verre, du plastique, du métal, des fibres, des encombrants et des matières putrescibles doivent être atteints, ce qui correspondait globalement à un objectif de 60 %. Quant au secteur des industries, commerces, institutions (ICI), la politique fixait une mise en valeur de 85 % des pneus, 95 % des métaux et du verre, 70 % du plastique et des fibres (bois compris) et 60 % des matières putrescibles, représentant ainsi un chiffre global de 80 %. S'agissant plutôt du secteur de la construction, rénovation et démolition (CRD), 60 % de chacune des matières qui pouvaient être mises en valeur étaient visées. (Olivier, 2016)

En 2011, une nouvelle politique québécoise de gestion des matières résiduelles 2011-2020 et son plan d'action 2011-2015 sont dévoilés. Cette 3^e politique se basait sur les fondements de la politique 1998-2008 et définissait de nouveaux objectifs à atteindre. Trois enjeux la caractérisaient à savoir, mettre fin au gaspillage des ressources, contribuer à l'atteinte des objectifs du plan d'action sur les changements climatiques et ceux de la stratégie énergétique du Québec et enfin responsabiliser l'ensemble des acteurs concernés par la gestion des matières résiduelles. Les objectifs du plan d'action sont tout d'abord, de réduire à 700 kg par habitant la quantité des matières résiduelles éliminées, puis de recycler 70 % du papier, du carton, du plastique, du verre et du métal résiduel. Il prévoit également de recycler 60 % de la matière organique putrescible résiduelle et de recycler ou valoriser 80 % des résidus de béton, de brique et d'asphalte. Finalement, il préconise le tri à la source ou l'expédition vers un centre de tri de 70 % des résidus de construction, de rénovation et de démolition du segment du bâtiment. (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs [MDDEP], 2011)

1.2 Définition et caractéristiques des plastiques de la collecte sélective

Les plastiques sont de longs assemblages de molécules de base, les monomères, qui forment ainsi des polymères de haut poids moléculaire. Ces molécules de base sont principalement issues des hydrocarbures fossiles, mais une partie croissante d'entre elles proviennent maintenant de la biomasse. Après leur fabrication, les matières plastiques se présentent sous forme de résines granulées, de fluides ou de poudre. L'ajout d'additifs de charges minérales et de colorants leur confère des fonctionnalités particulières. Deux grandes catégories traditionnelles de plastiques durables se distinguent : les thermoplastiques et les thermodurcissables. S'y ajoute depuis quelques années une troisième catégorie, celle des plastiques non durables parce que dégradables sous l'action des microorganismes ou de la lumière et l'oxygène.

Les thermoplastiques sont des composés dont la structure et la viscosité favorisent leur modification par chauffage et refroidissement successifs, de manière réversible. Ce sont les plastiques dont l'usage est le plus répandu dans le monde. Selon les pays, ils représentent de 80 % à 90 % du marché des emballages et des produits jetables. Six principales résines de thermoplastiques peuvent être mises en évidence : le téréphtalate de polyéthylène (PET), le polychlorure de vinyle (PVC), le polyéthylène haute densité (PEhd), le polyéthylène basse densité (PEbd), le polypropylène (PP) et le polystyrène (PS). (Plastics Europe, 2018)

L'association canadienne de l'industrie des plastiques (ACIP) établit une codification visuelle en attribuant un numéro de 1 à 7 pour chaque contenant ou emballage plastique afin de distinguer les différentes résines qui les composent lors de la récupération et durant les opérations de tri. La plupart des fabricants utilisent cette codification depuis 1988. Cependant, le caractère volontaire de la codification des contenants n'impose pas à tous les producteurs à le faire, ce qui génère un envahissement perceptible des marchés des grandes surfaces par des contenants non identifiés. (Gervais, 2010)

De plus, les contenants codifiés posent parfois des problèmes de concordance sur les plateformes de tri, car certains producteurs au moment du moulage utilisent un mélange de résines. L'identification de celles-ci est actuellement possible grâce aux nouveaux équipements installés dans les centres de tri. Ces derniers repèrent et sélectionnent les contenants par le spectre d'absorption des infrarouges et non par le chiffre figurant en dessous du contenant. (Olivier, 2016 ; Delamarche, 2019)

Les plastiques de la collecte sélective arrivant dans les centres de tri sont d'origine multiple (voir annexe1). Certains d'entre eux méritent d'être séparés de façon précise pour former des ballots de matière unique. Les bacs recueillent des emballages et contenants en plastique PET. Il s'agit par exemple des bouteilles de boissons gazeuses, des huiles comestibles, d'eau de source, des contenants alimentaires. S'y trouvent aussi des contenants et emballages PEhd. Ce sont des bouteilles de jus, de boissons, d'eau, de détergent, de nettoyeur à vitre, de cosmétiques. Les contenants et les emballages en polystyrène sont également présents dans les bacs de la collecte sélective. Le polystyrène se divise en deux sous-catégories.

Premièrement, le polystyrène expansé correspond aux emballages de restauration rapide, boîtes à œufs, gobelets à café, plateaux pour viande et pâtisseries, matériau d'isolation. Deuxièmement, le polystyrène non expansé fait référence aux ustensiles et manches de rasoir jetable, bouteilles de vitamines, mini contenants de crème, lait ou confiture, emballage de biscuits.

Finalement, les sacs d'emballages et pellicules de plastiques (PEhd)) et (PEbd), tels que les sacs d'emplettes, sacs à pain, sacs de lait, sacs de nettoyage à sec, sacs de légumes secs ou congelés rejoignent les bacs de la collecte sélective.

Pour certaines applications, le tri peut former des assemblages mixtes. C'est la catégorie des plastiques mélangés qui regroupe toutes sortes de plastiques, allant des n° 1 à 7, ou n° 2 à 7 et n° 3 à 7. S'y retrouvent en mélange, des pots de yogourt ou de margarine et couvercles, des bouteilles et bouchons, des barquettes, des chaudières et couvercles, du nylon.

Les thermodurcissables sont moins utilisés que les thermoplastiques. Ils ne représentent moins de 20 % du marché. Ce sont des composés qui, au moment de la fabrication, voient la résine se transformer en objets finis fusibles et insolubles sous l'action du catalyseur ou de la hausse de température. Le caractère permanent de leur durcissement ne permet pas de modifier à nouveau leurs structures, leurs formes ou leurs rigidités après la fabrication du plastique. Le cycle de recyclage de ces plastiques est complexe et requiert des technologies coûteuses. (Recyc-Québec, 2018)

Face à la recherche permanente de nouvelles alternatives aux plastiques égarés qui polluent les milieux naturels, les plastiques dégradables émergent pour certaines applications. Ils sont fabriqués de polymères qui incluent des segments moléculaires pouvant se briser par l'action des

microorganismes du milieu naturel, comme les bactéries, les champignons et les algues. Ces molécules permettant l'attaque en milieu très humide peuvent être des segments végétaux tels que l'amidon de maïs ou de pomme de terre. En réalité, un plastique de ce type subit une biofragmentation qui résulte de la biodégradation de petits ilots dans leur structure. En fin de vie, un film plastique biodégradable se fragmente en huit semaines, mais libère tout de même une poudre de plastique qui demeure durant 400 ans dans le milieu environnant. Cependant, quelques plastiques biodégradables subissent une biodégradation complète, notamment les contenants réalisés en plastique d'acide polylactique (PLA) sont totalement biodégradables sous huit semaines. (CAN/BNQ, 2010)

À l'opposé, les plastiques oxodégradables et photodégradables contiennent un segment moléculaire pouvant réagir à l'oxygène atmosphérique et à la lumière. Ils se fragmentent progressivement en huit semaines lorsque les conditions sont favorables dans l'environnement.

Une nouvelle tendance s'infiltrer parmi les plastiques, celle des plastiques biosourcés. Ils sont réalisés à partir de monomères provenant partiellement ou totalement de la biomasse végétale non fossile. Ces plastiques émergents sont appelés à remplacer progressivement les plastiques de n° 1 à 6 d'origine fossile. Lorsque les polymères formés diffèrent, ils sont désignés parmi les n° 7. (Olivier, 2016)

1.3 Données pertinentes sur la gestion des plastiques de la collecte sélective

Au Québec, les plastiques récupérés proviennent principalement de la collecte sélective (collecte porte-à-porte) et de la consignation publique. En 2012, la quantité des plastiques produits par les ménages québécois a été estimée à 240 588 tonnes (t). De ce volume, 41 000 t ont été vendues à des fins de recyclage, représentant environ 16 % du total. (Jacob-Vaillancourt, 2018)

En 2015, sur un total de 774 000 t de matières reçues de la collecte sélective, la quantité des plastiques vendue atteint 46 000 t, soit 12 % de plus qu'en 2012. Cela s'explique par l'accroissement du nombre de contenants en plastiques mis sur le marché dû au passage du verre vers le plastique chez de nombreux conditionneurs. Les destinations pour les deux années sont sensiblement les mêmes, soit 47 % vendus aux conditionneurs ou recycleurs québécois, 38 % aux courtiers, 10 % envoyés hors Québec et 5 % destinés à des fins autres. (Recyc-Québec, 2015)

Pour cette même année 2015, sur un total de 44 000 t de contenants à remplissage unique (CRU) récupéré, les plastiques représentaient 5500 t, ce qui correspond à un taux de 69,8 %. Cependant, entre 2012 et 2015, la consignation du plastique a chuté de 21 %, passant de 7000 à 5500 t. (Recyc-Québec, 2012 et 2015)

Entre 2012 et 2013, les contenants et plastiques en PET provenant de la collecte sélective atteignaient 23 860 t, soit un taux de récupération de 54,4 %. Composé d'objets divers et de différentes couleurs, la quantité de PET vendue en 2015 correspond à 14 500 t, dont 63 % sont destinées aux conditionneurs ou recycleurs québécois, 23 % aux courtiers et 14 % expédiés hors Québec. (Recyc-Québec, 2018)

Les contenants et plastiques PEhd sont estimés à 15 141 t, ce qui répond à un taux de récupération de 55,5 %. En 2015, 9 500 t ont été vendues, réparties entre les conditionneurs ou recycleurs québécois (77 %), les courtiers (16 %) et hors Québec (7 %). (Recyc-Québec, 2018)

Cependant, le parent pauvre chez les plastiques demeure le polystyrène n° 6. La récupération des contenants et emballages en polystyrène a été évaluée 4 441 t. Sa faible acceptation dans les centres de tri (11 centres de tri sur 24) et l'absence d'un tri séparé explique la très faible quantité vendue, soit moins de 100 t en 2015. (Recyc-Québec, 2018)

Les plastiques d'origine résidentielle mis en ballots mélangés entre 2012-2013 atteignaient 54 011 t, soit un taux de récupération de 56,1 %. La quantité vendue était de 6300 t. De cette quantité, la part vendue aux conditionneurs ou recycleurs québécois représentait 63 %, celle vendue aux courtiers était de 29 % et celle expédiée hors Québec était de 7 %. (Recyc-Québec, 2018)

Enfin les sacs et pellicules de plastique récupérés étaient estimés à 11 412 t, soit un taux de récupération de 14,3 %. 10 000 t ont été vendues, 5 % aux conditionneurs ou recycleurs québécois, 81 % aux courtiers et 14 % hors Québec. (Derome, 2018; Recyc-Québec, 2018)

1.4 Énoncé de problématique

Les plastiques font partie intégrante de l'économie moderne. Leur demande ne cesse de grimper avec une part importante provenant du secteur de l'emballage. La plupart des produits fabriqués sont éphémères, c'est-à-dire conçus pour être utilisés puis jetés. (Parker, 2019) Ce sont les sacs et bouteilles de plastique, les gobelets, les pailles. Cette utilisation superflue des objets jetables se traduit par une production démesurée des résines de plastique. En 1950, la production mondiale de plastiques était de 1,5 million de tonnes. Elle atteint le record de 359 millions de tonnes en 2018, équivalent à 11,38 t par seconde. (Planetoscope, 2012) Les pays occidentaux sont considérés comme les plus gros consommateurs par habitant, avec plus de 100 kg/hab/an. (Oceaneye, 2019) Les prévisions montrent que si les modes de consommations actuels se poursuivent, la production de plastique devrait atteindre 28,7 milliards de tonnes en 2050. De ce chiffre, 13,2 milliards de tonnes se retrouveraient dans l'environnement, soit dans les océans. D'après la Fondation Ellen MacArthur, si rien n'est fait dans les trois prochaines décennies, les océans contiendront plus de plastiques que des poissons. (Planetoscope, 2012)

Les récentes études affirment qu'approximativement 8 millions de tonnes de plastique atterrissent dans les océans chaque année. (Équiterre, 2018) Ces déchets fragmentés en micro plastique forment une immense plaque convergeant dans un tourbillon de courant marin. Ce phénomène est qualifié de « gyre océanique » ou de « septième continent ». Plusieurs continents de plastique ont été découverts dans le pacifique nord et sud, l'atlantique nord et sud et dans l'océan indien. Ces derniers constituent une menace pour l'environnement et particulièrement pour la biodiversité marine. Les microplastiques sont ingérés par la faune marine, car confondus avec de la nourriture. Les macro-déchets causent des blessures et étouffements chez certains animaux, comme les tortues qui ne différencient pas les méduses des sacs plastiques. (Daly, 2018) Par ailleurs, la décomposition des plastiques dégage des composants toxiques qui polluent l'océan et la chaîne alimentaire. (Golla, 2018)

Plus spécifiquement, la problématique de la gestion des plastiques concerne la récupération et le recyclage. L'implication des citoyens dans les opérations de tri à la source des plastiques résiduels est essentielle pour garantir une récupération des matières de qualité. Or, très souvent, les citoyens sont insuffisamment informés sur les plastiques acceptés ou non dans les bacs de récupération. La mise en marché des contenants et emballages fabriqués à partir de plusieurs

résines est l'une des raisons de cette confusion chez les citoyens, mais aussi sur les plateformes de tri. (Clément, M., visite chez Récup-Estrie, 12 février 2019)

Certains plastiques réussissent tout de même à bien se trier manuellement ou à l'aide des trieurs optiques. C'est le cas généralement du PET. Toutefois, si une bouteille en PET est munie d'un manchon en polychlorure de vinyle (PVC), durant l'étape de tri, le contenant en PET échappera à la visibilité des trieurs optiques à cause de l'étiquette en PVC. Cela le conduira automatiquement dans une mauvaise filière ou dans les rejets. C'est l'un des cas complexes observés dans les centres de tri.

Par ailleurs, le manque de services de récupération pour certaines matières est un problème à souligner. En effet, les centres de tri investissent généralement dans les procédés permettant de récupérer les polymères à plus grands volumes (PET et PEhd). Les polymères en faible quantité comme le polystyrène des films rigides d'emballages sont rarement triés séparément; ils rejoignent les mélanges n° 3 à 7. Les objets de polystyrène expansé nécessitent des technologies de tri plus sophistiquées et génèrent par conséquent davantage de coûts de traitement. De plus, le caractère fragmentant du polystyrène expansé attire des contaminants sur les lignes de tri.

En outre, la pluralité des plastiques non codifiés (1 à 7) et l'apparition des nouveaux contenants et emballages (emballages en PET noir, plastique dégradable, polylacide) dits émergents compliquent davantage le tri. Ces derniers sont nuisibles à la composition des ballots de qualité, car ils s'y retrouvent parfois comme contaminants. En plus des contaminants émergents, les sacs en plastique constituent un autre fléau des opérations de tri. Ils nuisent à la lisibilité des différentes résines lorsqu'ils s'enroulent autour des séparateurs ou se retrouvent à la fin comme contaminants dans les ballots.

Dans le secteur du recyclage des plastiques, la qualité des matières triées est le principal enjeu. La plupart des ballots sortants contiennent des contaminants, soit des matières étrangères ou des plastiques émergents comme les plastiques biodégradables et/ou oxodégradables. En effet, le manque d'investissement pour moderniser les centres de tri avec des équipements efficaces et l'absence d'une main-d'œuvre suffisante ne permettent pas le contrôle qualité des ballots sortants. (Recyc-Québec, 2018)

De plus, le manque de débouchés au niveau local laisse certaines matières orphelines (augmentation des rejets). Pour combler ce déficit de filières de recyclage, le Québec a pendant longtemps expédié ses matières résiduelles, dont le plastique, vers l'international et plus précisément en Asie. Cette exportation se faisait jusqu'à présent sans se soucier du niveau de contamination qui caractérise les ballots sortants. (Robillard, 2018) Cependant, la Chine, principal acheteur de plastiques triés, vient d'imposer une politique « Green Fence ». L'objectif de cette politique est de relever la qualité des matières importées, être autonome en traitant davantage les matières produites sur son territoire et mettre ainsi fin aux activités illégales de recyclage dans son pays. Cette mesure a eu systématiquement des conséquences sur les centres de tri québécois qui font les frais de ces décisions. En effet, de nombreux centres de tri croulent sous des tonnes de matières ne trouvant plus de débouchés. (Dupin, 2019)

Cependant, l'exportation des déchets a été détournée vers d'autres pays du Sud-Est comme la Thaïlande, l'Indonésie et la Malaisie. Or, ces pays ne disposent pas d'infrastructures assez développées pour faire face à l'arrivée massive de ces déchets. Cela favorise au contraire le développement des solutions de traitement illégales, non régulées et extrêmement polluantes comme l'enfouissement des déchets, l'incinération à ciel ouvert, la mise en décharge sauvage. Les pays d'accueils sont donc soumis à des risques importants de contamination des sols, de l'air et des réserves d'eau, due à la libération des substances toxiques contenues dans ces déchets. Les populations environnantes sont elles aussi exposées aux impacts sanitaires désastreux comme les maladies respiratoires, les éruptions cutanées, l'affaiblissement du système immunitaire, cancers. (Zerowaste, 2019)

En outre, le recyclage du plastique s'inscrit dans un marché mondial des matières secondaires. Celui-ci subit la fluctuation des prix des matières selon la bourse dépendant en grande partie des marchés asiatiques, et pour certaines matières, des décisions écoresponsables prises sur le territoire. Par exemple, face au bannissement des sacs d'emplettes en plastique, les prix des matières deviennent fragiles. (Montembault, 2017)

2. GESTION DES PLASTIQUES AU QUÉBEC

Dans cette section de l'essai, il est question de dresser un portrait de la gestion des plastiques résiduels au Québec. Par cette occasion, les différentes méthodes de récupération des plastiques sont mises en évidence ainsi que les procédés novateurs de recyclage.

Au Québec la gestion des plastiques se fait selon le principe de priorisation parmi les modes de gestion 3RV-E. Ces modes sont, en ordre d'importance, la réduction à la source, le réemploi, le recyclage, la valorisation et l'élimination. (Tremblay, 2010) Un autre mode s'ajoute au principe des 3RV-E, c'est celui de la récupération. Très souvent confondue avec le terme recyclage, la récupération correspond concrètement au processus de tri, collecte, entreposage, conditionnement, afin de détourner la matière de l'enfouissement ou de l'incinération. (Conseil régional de l'environnement de la Montérégie [CREM], 2002) Dans le cadre de cet essai, seuls la récupération et le recyclage des plastiques seront traités.

2.1 Industrie québécoise de la récupération

La récupération au Québec utilise principalement deux formes de collecte sélective, deux formes de consigne ainsi que des centres de tri évolués.

2.1.1 Collecte sélective des recyclables

La forme la plus fréquente de récupération au Québec est la collecte sélective. Près de 98 % du territoire bâti est couvert par l'un ou l'autre des deux principaux modes de collecte sélective : la collecte de porte-à-porte et l'apport volontaire.

Le porte-à-porte est le mode le plus répandu au Québec (90 % des foyers québécois desservis en 2001). Les camions-bennes passent devant le domicile du citoyen sur une base régulière pour récupérer le contenu des bacs des recyclables, dont les plastiques.

C'est une méthode moins contraignante pour le citoyen, puisque le seul effort qui lui est demandé est le tri à la source. La collecte sélective de porte-à-porte génère un meilleur rendement comparé à l'apport volontaire. Cependant elle engendre des coûts de mise en place et d'opérations élevées. La plupart du temps, les municipalités confient les services de collecte et de transport aux entreprises privées.

La collecte sélective de porte-à-porte peut s'organiser selon plusieurs modes qui influencent le taux de récupération. Lorsque la collecte sélective est organisée à la même fréquence que la collecte des ordures ménagères, c'est-à-dire le même jour, elle demande une organisation complémentaire qui ajoute aux coûts globaux d'opérations. Cependant, la collecte de porte-à-porte peut aussi se combiner à celle de la collecte des ordures ménagères, c'est-à-dire une collecte des déchets en même temps que celle des matières recyclables dans un camion spécialisé à plusieurs compartiments. Il s'agit d'un système dit de co-collecte qui permet de réduire les coûts de transport et les inconvénients occasionnés par la circulation. Enfin, le porte-à-porte peut s'effectuer en alternant les semaines de collecte des matières recyclables et les semaines de collecte des ordures ménagères, donc en réduisant la fréquence de collecte des déchets ultimes. Cela permet de réorganiser la comptabilité des kilomètres parcourus chaque année pour le ramassage. (Auger, 2006)

La collecte sélective par apport volontaire correspond à l'apport des matières recyclables dans un endroit de collecte commun à plusieurs citoyens. C'est une technique moins populaire que la collecte sélective de porte-à-porte, seulement 10 % des foyers québécois desservis en 2001. Cet endroit peut être un espace aménagé à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment et nécessite un effort de la part du citoyen, car celui-ci doit effectuer le transport des matières jusqu'à une cloche ou un conteneur. Cette méthode est adaptée aux tours d'habitations. La collecte sélective par apport volontaire est également favorable aux milieux à faible densité de population ou aux municipalités à faible capacité financières. Cependant, le rendement d'une telle méthode est généralement moindre et son opération adéquate exige un certain nombre de conditions. Ces derniers sont l'accessibilité des lieux d'entreposage, la disponibilité suffisante des contenants pour accueillir toutes les matières autorisées, la propreté, la sécurité des lieux et la mise en place d'un programme d'ISÉ (information, sensibilisation, éducation). Généralement, les cloches d'apport volontaires sont situées près de tours d'habitation ou de quartiers qui ne peuvent être desservis par une collecte de porte-à-porte.

En complément, les écocentres se présentent sous forme de lieux d'apports volontaires. En effet, les citoyens peuvent y acheminer les matières recyclables non acceptées par la collecte sélective.

Bien que prévus au départ pour des matériaux recyclables dont la taille est incompatible avec les petits bacs, les écocentres de quartier accueillent aussi, par exemple dans le cas des plastiques résiduels, le polystyrène n° 6 non accepté dans les bacs verts ou bleus et d’autres objets de grand format. (Auger, 2006; Boisselle, 2011)

2.1.2 Consigne publique et consigne privée

Le système de consignation est un autre mode de récupération au Québec. Il consiste à déposer une somme d’argent à l’achat d’un produit emballé, puis à rembourser totalement ou partiellement au moment de récupérer le contenant vide du produit après consommation.

La juridiction québécoise comporte deux systèmes de consignation établis selon le type de contenants. Il s’agit d’une part du système de consignation des contenants à remplissage multiple (CRM), régi par les ententes privées et d’autre part du système de consignation des contenants à remplissage unique (CRU), régi par les ententes publiques. Ces derniers fonctionnent actuellement avec deux ententes publiques, celle des CRU de bières et celle des CRU des boissons gazeuses. Un montant variant entre 5 et 20 cents par contenant (tableau 2.1) perçu à l’achat du produit est remboursé lorsque les contenants sont retournés par le consommateur.

Tableau 2.1 Description des consignes publiques québécoises sur les CRU

Type de contenu	Type de CRU	Montant consigné
Boisson gazeuse	Contenants à remplissage unique en plastique, tout format	0,05 \$
Boisson alcoolisée	Contenants à remplissage unique en aluminium, acier, plastique et autres de 439 mL et moins	0,05 \$
	Contenants à remplissage unique en verre de 449 mL et moins Contenants à remplissage multiple en verre de 341 mL	0,10 \$
	Contenants à remplissage unique en verre de 450 mL et plus Contenants à remplissage unique en aluminium, acier, plastique et autres de 440 mL et plus	0,20 \$

Source : Adapté de Recyc-Québec (2018) *Système de consignation (fiche informative)*, p.3.

Présentement, les plastiques de la collecte sélective consignés au sens de la loi au Québec sont les contenants de boissons gazeuses et boissons alcoolisées. (Grand Québec, 2015; Recyc-Québec, 2018) Le montant de la consigne des boissons gazeuses est un montant fixe, quel que soit la matière ou le format du contenant, soit 0,05 \$. (Olivier, 2016; Recyc-Québec, 2018)

En pratique, les citoyens rapportent les bouteilles de plastique consignées aux détaillants (supermarchés ou dépanneurs), lesquels sont dotés d'espace de dépôt équipé avec des « gobeuses », pouvant reconnaître ces contenants (figure 2.1). Les détaillants sont responsables du tri des contenants et, en contrepartie, une prime d'encouragement de 0,02 \$ leur est versée par contenant récupéré. Les contenants sont par la suite acheminés chez des grossistes qui se chargent à leur tour de la mise en ballots et du suivi vers les recycleurs. (Recyc-Québec, 2018)



Figure 2.1 Compacteurs des contenants consignés (tiré de Dion, 2018)

La consigne publique apparaît globalement comme un moyen efficace de récupération. Elle génère non seulement un taux de récupération supérieur à celui de la collecte sélective, mais aussi, assure une meilleure traçabilité des contenants consignés. (Recyc-Québec, 2018) En effet, le retour des CRU via la consignation publique atteint près de 75 % pour les plastiques, contre environ 36 % pour les autres contenants de plastique par la collecte sélective. (Olivier, 2016) De plus, la qualité des matières triées (presque pas de contaminants) procure une excellente valeur ajoutée sur le marché des matières recyclées. (Recyc-Québec, 2018)

Cependant, bon nombre des « gobeuses » sont désuètes et datent de plus de dix ans. C'est un des aspects de la modernisation du système de consigne qui alimente les débats actuels. En effet, le ministère de l'Environnement annonçait en 2018 une subvention de près de 15 millions de dollars d'ici 2021 pour soutenir les détaillants qui souhaitent se doter des « gobeuses » nouvelle génération. De plus, il envisage d'élargir le système de consignation aux bouteilles d'eau, comme dans la majorité des provinces canadiennes. Cependant, cette bonification du système de consignation est très loin de faire des adeptes. (Dion, 2018) La décision du ministère est prévue à l'automne 2019.

2.1.3 Opération d'un centre de tri

Un centre de tri est une installation dans laquelle sont livrées les matières récupérées pêle-mêle provenant de la collecte sélective afin d'être triées, conditionnées, stockées puis vendues à des fins de recyclage. (Actu-environnement, 2003) Plusieurs étapes successives caractérisent les opérations dans un centre de tri.

La première étape est la réception en vrac des matières recyclables dans une aire bétonnée couverte ou à l'air libre ou encore dans une fosse. Par la suite, les matières sont poussées sur un convoyeur qui les expédie mécaniquement vers la première ligne de tri.

La deuxième étape est le prétri. Celui-ci consiste à retirer toutes les matières non recyclables et encombrantes (ex. : bouilloires, chaudrons, microonde) ainsi que les grandes pellicules de plastique et les câbles susceptibles d'endommager les équipements. C'est un tri manuel effectué très souvent par deux ou trois personnes.

La troisième étape consiste à trier les morceaux de tailles distinctes à partir d'un séparateur balistique muni de disques espacés. À ce stade, les grands cartons sont envoyés vers un second convoyeur afin d'y retirer manuellement les contaminants.

La quatrième étape correspond à un premier tri mécanique. À l'aide d'un séparateur balistique, les fibres de papiers et cartons sont séparées des contenants de plastique, verre, métal (PVM). Les fibres se maintiennent à plat au-dessus des rouleaux en raison de leur légèreté alors que les contenants lourds tombent entre les rouleaux dans la fosse.

À la cinquième étape, un tri manuel des contaminants du papier est effectué. Les contaminants retirés des lots triés sont acheminés par un convoyeur en attendant d'être soit triés, soit compactés.

La sixième étape est celle du tri mécanique en boucle. L'objectif ici est de repasser les fibres et contenants qui n'ont pas été interceptés au premier tri mécanique, puis de les acheminer vers un convoyeur pour un tri manuel.

À la septième étape, un tri manuel est effectué à nouveau pour extraire les contaminants du papier et séparer les sacs et autres pellicules de plastiques n° 2 à n° 7, le métal, l'aluminium ainsi que le verre.

À la huitième étape, les contenants en métal sont triés à partir d'un aimant, qui les éloigne du convoyeur, puis rassemblés dans une fosse en attendant la mise en ballots. Parfois, dans une autre salle de tri, le papier est séparé du carton.

Un dernier tri manuel est réalisé à la neuvième étape. Dans la catégorie plastique sont triés les sacs de plastique et les trois classes de plastiques numérotées, soit le plastique n° 1 et le plastique n° 2 (petite et grande bouche) à n° 7, puis sont regroupés dans des fosses distinctes en attendant la mise en ballots.

La dixième étape est celle du conditionnement par type de matière dans les ballots. Ces derniers sont ensuite entreposés en attendant de trouver preneur pour des fins de recyclage. (Auger, 2006 ; Ville de Québec, 2019)

Il faut noter qu'en général, les centres de tri enregistrent des taux de rejets sur l'ensemble des matières qu'ils reçoivent au niveau de chaque ligne de tri. En fait, quatre sources de rejets peuvent être mises en évidence. La première source de rejet se situe à l'étape du pétri. Ce sont essentiellement les gros plastiques mélangés : boyaux d'arrosage, PVC, toiles de piscine. Ensuite, des rejets sous forme d'amas mixtes (papiers et matériau léger) sont produits lors de la soufflerie qui éloigne le papier du verre. Les rejets proviennent aussi du nettoyage des équipements. Enfin, il est possible d'enregistrer les rejets lors du tri manuel : plastiques non numérotés, plastiques avec des codes illisibles. (Bureau, 2009) Les taux de rejet des centres de tri qui reçoivent la collecte sélective pêle-mêle oscillent entre 8 % et 10 %. (Recyc-Québec, 2017)

2.1.4 Modernisation des équipements des centres de tri

Le descriptif des opérations de la section précédente ne situe pas les nouveaux équipements de triage qui s'implantent progressivement. La spectroscopie infrarouge permet l'ajout de trieuses optiques qui reconnaissent le signal réfléchi par chacun des contenants de plastique qui défilent à grande vitesse sur une courroie de triage.

Elle permet de gérer chaque objet soit dans une catégorie unique ou, au contraire, d'assortir certains lots en mélange selon les besoins de la commercialisation. D'autres équipements utilisent la reconnaissance optique tridimensionnelle permise par les algorithmes qui contrôlent des robots-trieurs (figure 2.2) chargés de l'assurance qualité lors du tri final. (Lebel, 2019)



Figure 2.2 Robot-trieur opérant dans un centre de tri à Trois-Rivières (tiré de Trudel, 2018)

2.1.5 Valoris

Au Québec, un projet ambitieux et novateur a vu le jour en 2015. C'est celui du parc éco-industriel « Valoris » à Burry (voir figure 2.3), conçu pour trier et traiter les matières résiduelles en matières secondaires recyclables ou en énergie. Valoris veut offrir une gestion novatrice des matières résiduelles tout en stimulant le développement au niveau régional de proximité par une offre des matières valorisables triées à des entreprises installées dans le parc éco-industriel, donc par la

création d'emplois. Les matières reçues au centre de tri de Burry sont de provenance multiple, soit des ICI, du CRD et du résidentiel. Le centre a un objectif de valoriser environ 100 000 t de matières résiduelles par an en provenance des trois secteurs. Pour ce qui est du résidentiel essentiellement, l'objectif est de récupérer environ 55 % des matières du bac noir, dont le plastique. (Valoris, 2019)

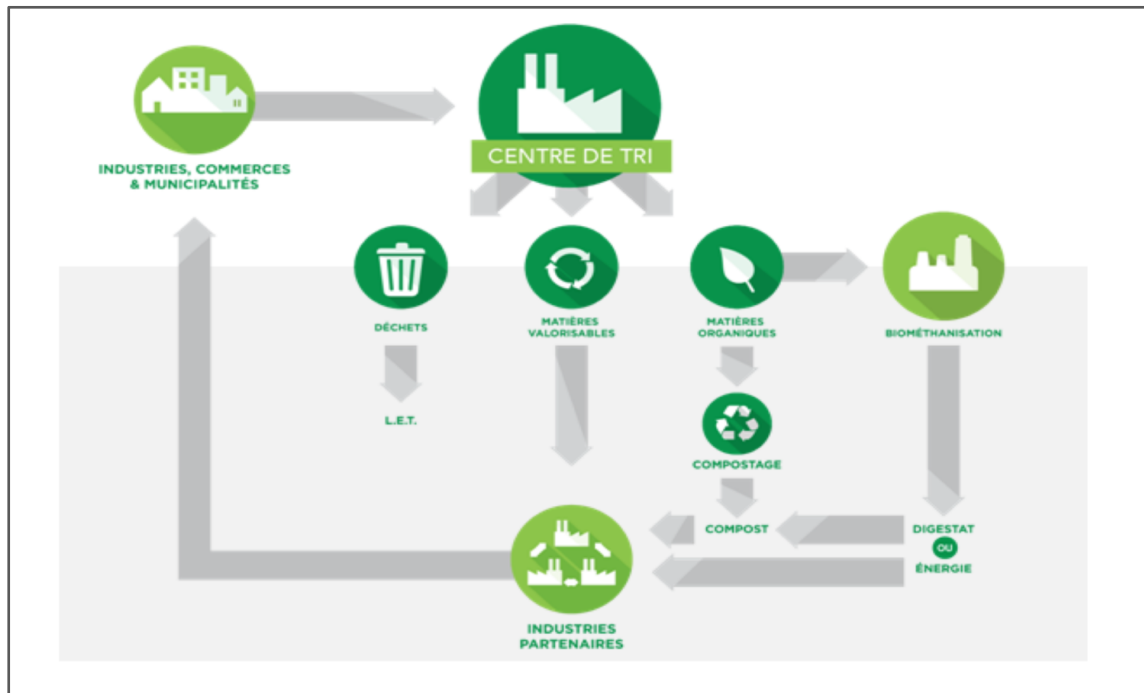


Figure 2.3 Concept du parc éco-industriel de Valoris (tiré de Valoris, 2019)

Cependant les opérations de Valoris tournent au ralenti depuis deux ans, en attente de nouveaux équipements pour en augmenter significativement la performance.

2.2 Industrie québécoise du recyclage

Deux voies de recyclage des plastiques sont possibles : le recyclage par voie mécanique et le recyclage par voie chimique. Les procédés de recyclage par voie mécanique sont aujourd'hui les plus utilisés. (Institut français du pétrole énergies nouvelles [IFPEN], 2019) Ces procédés reposent sur plusieurs étapes.

Pour la filière du PET par exemple (voir figure 2.4), lorsque les matières plastiques sont reçues chez les recycleurs, la première étape consiste à broyer et déchiqueter le plastique en petites pièces par le biais de grosses lames rotatives. Ces actions permettent d'obtenir une granulométrie homogène du plastique, laquelle facilite son transport, son lavage et son séchage. Le lavage

s'effectue à partir des laveuses industrielles sous forme de grosses cuves. Il permet de retirer tous les corps étrangers présents sur les plastiques tels que la terre, les pierres, le métal, le carton. Cela est possible grâce à l'effet mécanique des machines, mais aussi avec l'usage d'eau chaude et des détergents. L'étape suivante est le séchage et l'essorage. À l'aide des centrifugeuses, toutes les impuretés qui ont échappé aux laveuses sont retirées. Par la suite, la matière plastique est traitée par un procédé mécanique afin d'obtenir un matériau homogène en termes de couleurs, de textures et comportements avant d'accéder à l'extrusion. L'extrusion est le fait de faire fondre les polymères sous l'effet de la chaleur. À la sortie de l'extrudeuse, le plastique se présente sous la forme de monofilaments ou fils qui refroidissent une fois en contact avec l'air ou de l'eau. Ces fils sont dès leur sortie coupés par des lames rotatives en petits grains ou granulés. Le matériau est ainsi prêt à répondre à la demande des clients. (Planète durable, 2019 ; Valorplast, s.d.)

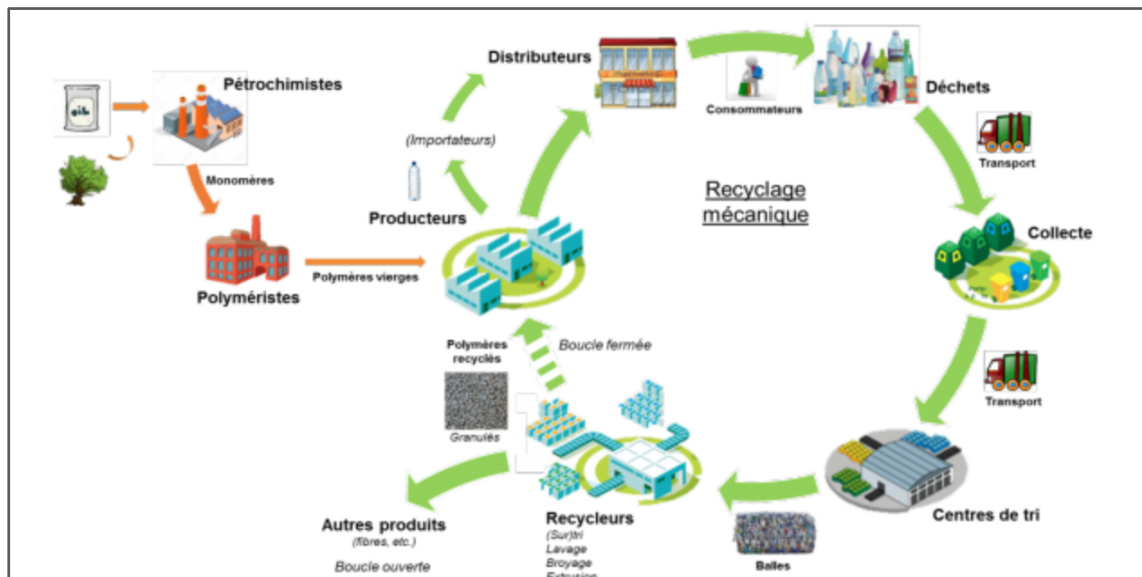


Figure 2.4 Chaîne de valeur du PET : de la ressource au recyclage des déchets postconsommation (tire de IFPEN, 2019)

Si le recyclage mécanique est très performant pour un certain type de plastiques, comme le PET (transparent et incolore), pour d'autres, cela représente un verrou. C'est donc une technique qui limite les activités de recyclage, car elle ne favorise pas le retour à une matière pour un usage universel. Cette situation est particulièrement problématique pour les PET colorés et les PET opaques qui n'ont pas les mêmes applications. De plus, les PET, une fois recyclés, ne peuvent pas servir à la fabrication des contenants à usage alimentaire s'ils ne sont pas stérilisés. (IFPEN, 2019) C'est pourquoi de nouvelles technologies complémentaires au recyclage mécanique se

développent de plus en plus pour favoriser un retour aux molécules d'origines : ce sont les méthodes de dépolymérisation dites de recyclage chimique. Elles sont abordées dans les prochaines sections en explorant les projets développés par de jeunes entreprises.

2.2.1 Marché québécois du recyclage

Bien que le Québec soit un leader en matière de collecte des matières recyclables, les données de Recyc-Québec montrent que seulement 18 % du plastique provenant des bacs résidentiels a été recyclé en 2015. (Derome, 2018)

Même si en comparaison, la performance du Québec en termes de recyclage est supérieure à celle d'autres pays, des efforts restent à être menés. Pour des fins de recyclage, le Québec comme de nombreux pays d'Europe et d'Amérique exportent des matières recyclables à l'international, principalement en Chine. Les plastiques exportés sont estimés à 40 000 t annuellement. (Shields, 2017) Toutefois, cela était encore possible jusqu'à ce que le géant du recyclage ferme ses frontières à l'importation de ces matières. (Côté, 2017) Il faut rappeler que depuis deux décennies, les centres de tri étaient moins exigeants quant à la qualité des ballots sortants. En effet, la Chine achetait les matières en grande quantité, sans trop prêter attention à la qualité du contenu. (Olivier, 2016)

Par conséquent, la dépendance à l'exportation de l'industrie québécoise du recyclage s'est traduite par des crises dans les centres de tri en 2008 et tout récemment en 2018. La barrière verte « Green Fence » dont s'est dotée la Chine a pour but de contrôler la qualité des matières reçues sur son territoire. Tous les ballots dont le seuil de contamination est supérieur à 1 % sont retournés à l'expéditeur. Cette mesure a bien évidemment eu des conséquences directes dans l'industrie québécoise, d'autant plus que le Québec ne dispose pas d'un marché de transformation des matières secondaires assez mature. (Desbiens, 2019) La demande internationale pour des ballots de plastique mieux triés est appelée à se généraliser. Depuis quelques mois, les Philippines bloquent et retournent des ballots insatisfaisants, la Malaisie fait de même, l'Indonésie suit le mouvement, d'autres pays peuvent emboîter cette direction. (Associated Press, 2019; La presse canadienne, 2019; Le journal de Montréal, 2019)

Par ailleurs, le plastique recyclé fait face à un marché international instable au regard de la fluctuation des prix par type de matières secondaires au cours des années (voir tableaux 2.2 à 2.5). Cette fluctuation s'explique entre autres par le cours de la bourse, la demande des pays asiatiques, la fréquence des ouvertures et fermetures d'usines dans l'industrie du plastique aux États-Unis et de la production des résines hors-normes. (Olivier, 2016)

Tableau 2.2 Valeur moyenne des ballots de plastiques triés de 2018 à 2019

Plastiques	Composantes	2018	2019
PET n° 1	PET	389	395
PEhb n° 2	PEhb (coul. mélangées)	479	486
PEbd n° 4	Sacs et pellicules	-23	n.d.
Plastiques mélangés	Plastiques mélangés	124	149
	Plastiques rigides mixes (MRP)	66	73

Source : Adapté de Recyc-Québec (2019) *Indice du prix des matières*.

Tableau 2.3 Valeur moyenne des ballots de plastiques triés de 2009 à 2017

Plastiques	Composantes	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PET n° 1	PET (mélangés)	235	357	385	324	302	282	273	217	342
	PET (bouteilles)	217	640	601	413	354	353	307	275	378
PEhb n° 2	PEhb (naturel)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	PEhb (coul. mélangées)	298	421	500	524	457	702	667	592	521
PEbd n° 4	Sacs et pellicules	19	6	24	25	18	93	130	108	57
Plastiques mélangés	Plastiques mélangés (1 à 7, 2 à 7, 3 à 7)	35	82	193	197	160	265	305	250	118

Source : Adapté de Recyc-Québec (2019) *Indice du prix des matières*.

Nonobstant cette instabilité, la demande au Québec des matières secondaires ne cesse de croître en raison de l'exigence de certaines législations vis-à-vis de l'insertion des résines régénérées dans la fabrication des nouveaux produits. Étant donné que les plastiques triés par les centres de tri ne correspondent pas aux standards locaux, le Québec va jusqu'à importer les plastiques triés outre-frontière pour faire fonctionner l'industrie locale du recyclage. (OCDE, 2017; Olivier, 2016)

Par ailleurs, il existe une concurrence ardue entre les plastiques primaires et les plastiques secondaires dépendamment du prix et de la qualité des résines. Cette concurrence impacte davantage l'industrie du recyclage, car les investissements initiaux dont bénéficient les producteurs des résines secondaires sont inférieurs à ceux perçus par les producteurs des résines vierges. Aussi, en période de baisse de prix du pétrole et donc de baisse de prix des résines vierges, les producteurs des résines secondaires ne bénéficient pas d'une couverture de la même manière que leurs concurrents des résines vierges.

Tableau 2.4 Valeur moyenne des ballots de plastiques triés de 2000 à 2008

Plastiques	Composantes	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PET n° 1	PET (collecte sélective)	300	325	106	161	249	418	267	350	344
	PET (mélangés consigne)	–	500	211	254	384	526	331	n.d.	225
PEhb n° 2	PEhb (naturel)	350	382	356	446	437	n.d.	574	n.d.	n.d.
	PEhb (coul. mélangées)	415	225	200	321	401	684	540	515	537
PEbd n° 4	PEbd (pellicules et sacs)	30	20	4	1	11	107	81	47	24
Plastiques mélangés	Plastiques mélangés (n° 3 à n° 7)	24	23	14	11	43	82	135	174	178

Source : Adapté de Recyc-Québec (2019) *Indice du prix des matières*.

Tableau 2.5 Valeur moyenne des ballots de plastiques triés de 1991 à 1999

Plastiques	Composantes	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PET n° 1	PET (collecte sélective)	110	120	245	255	590	270	180	255	175
PEhb n° 2	PEhb (naturel)	120	90	85	165	415	–	–	–	–
PEbd n° 4	PEhb (coul. mélangées)	50	50	50	90	335	155	300	245	155
	PEbd (pellicules et sacs)	–	–	–	20	30	25	20	15	0

Source : Adapté de Recyc-Québec (2019) *Indice du prix des matières*.

Cela s'explique en partie par l'exigence de la structure de leurs coûts en termes de main d'œuvre. C'est d'ailleurs pour cette raison que plusieurs producteurs des matières secondaires ont fermé leurs opérations en 2016 en Amérique du Nord compte tenu des bas prix de pétrole. (Environnement et Changements climatiques Canada, 2019)

2.2.2 Méthodes novatrices de recyclage

Conscient que l'industrie du recyclage au Québec est problématique comme ailleurs au monde, les acteurs concernés notamment Recyc-Québec et Éco Entreprise Québec travaillent conjointement avec leurs homologues et spécialistes de la chaîne de gestion des matières résiduelles à la quête de nouveaux débouchés locaux. À ce titre, de jeunes entreprises québécoises et canadiennes participaient en 2019 au forum international Québec-France à Paris. Celui-ci s'intitulait « Solutions plastiques : quelles innovations pour le recyclage des deux côtés de l'atlantique ». Ce forum qui réunissait plus de 300 acteurs internationaux s'inscrivait dans l'atteinte des objectifs de la charte sur les plastiques dans les océans, adoptés au sommet G7 de Charlevoix en 2018. Force est de constater que certaines entreprises québécoises se démarquent dans la recherche des solutions aux ratés actuels de l'industrie du recyclage des plastiques. Parmi celles-ci, les efforts de Polystyvert, Pyrowave et Loop Industries se distinguent. (Éco Entreprise Québec, 2019)

Loop Industries est une jeune entreprise québécoise qui souhaite conquérir plusieurs endroits de la planète grâce à sa technologie de traitement des plastiques. Lancée depuis 2015, l'entreprise utilise un procédé pour dissoudre le PET sans eau ni chaleur. C'est une approche permettant de dépolymériser, décolorer et purifier les plastiques usés en les reconstituant à partir de monomères vierges. Cette technique permet de repolymériser par la suite dans un contexte stérile pour retourner à la fabrication des contenants alimentaires. Le directeur du développement chez Loop Industries, Nelson Switzer, explique que c'est un procédé reposant sur du « surcyclage », c'est-à-dire, créant un nouveau gisement pur à partir de n'importe quel plastique PET. Le but est de limiter l'extraction des ressources fossiles, mais aussi d'éviter en sus les plastiques se trouvant dans les sites d'enfouissements ou dans l'environnement. (Paré, 2019)

Les ambitions de Loop Industries sont grandioses. L'entreprise a déjà signé une entente avec Indorama Venture, une entreprise productrice de plastique présente dans 27 pays. L'objectif de l'entente est d'adapter d'ici 2020, le fonctionnement de ses entreprises, y compris celle présente

en Amérique à la confection de bouteilles faites de PET 100 % « surcyclé ». L'entreprise a signé une autre entente avec le groupe allemand ThyssenKrupp afin de diffuser sa technologie permettant l'utilisation du plastique récupéré à travers le monde. (Paré, 2019)

Pour la jeune entreprise, c'est un marché colossal qui se dessine, avec un marché potentiel de plus de 1,1 million de tonnes de plastiques par année. En effet, lors du forum de rencontres à Paris, plusieurs compagnies ont pris l'engagement d'utiliser d'ici 2030 les bouteilles contenant du PET recyclé à 50 %. Par exemple, Nestlé pour se démarquer s'est fixé l'objectif d'atteindre la cible en 2025. (Paré, 2019)

Deux autres entreprises, Pyrowave de Valleyfield ainsi que Polystyvert étaient aussi présentes à cette rencontre internationale de Paris. Elles ont réussi à faire connaître leurs procédés de recyclage du polystyrène, ce plastique à usage unique prétendu non recyclable dans la plupart des discours tenus par les centres de tri. (Paré, 2019)

Pyrowave utilise une technologie de régénération des plastiques postconsommation via la décomposition en produits servant à fabriquer une résine de plastique semblable à la résine vierge, tout en lui redonnant sa pleine valeur. Cette technologie est capable de produire jusqu'à 95 % de concentré de monomère de styrène à partir des polystyrènes. Un rendement trois fois plus supérieur à celui des autres technologies de l'industrie. La technologie permettant un tel rendement est la dépolymérisation catalytique par microonde. C'est une technologie qui demande 15 fois moins d'énergie que la production du polystyrène à partir des résines fossiles. Elle est donc en même temps moins émettrice de gaz à effet de serre (GES). La technologie de Pyrowave est présentement adaptée au seul polystyrène n° 6. En revanche, l'entreprise est en phase de développement d'une technologie complémentaire pour traiter les plastiques n° 2, les plastiques n° 4 et les plastiques n° 5. Cependant, cette technologie n'est pas du tout adaptée aux polyesters tel le PET, aux polyamides et aux polymères fluorés. (Pyrowave, 2019)

Polystyvert est une autre entreprise qui propose une méthode innovante de recyclage des plastiques. Cette technologie est adaptée au polystyrène de tout type : expansé, extrudé ou injecté. Pour se faire, le procédé répond à trois phases. La première est la dissolution. Grâce à un concentrateur contenant une huile essentielle, le polystyrène se transforme en solution liquide. Cette huile essentielle d'orange est sécuritaire et choisie pour son innocuité. Le processus de dissolution opère comme la dissolution du sucre dans du café. Le résultat obtenu après dissolution

diminue le volume du polystyrène solide à la source et permet une baisse des coûts de transports et des émissions liés à la fréquence des passages de camions. Deuxièmement, le procédé est doté d'une phase de filtration par dégrillage, servant à retirer en toute efficacité les gros contaminants comme le carton, le papier, le métal et les autres types de plastiques.

En troisième étape, l'huile essentielle est séparée du polystyrène. Cette phase constitue le noyau de l'innovation. Le polystyrène ainsi recyclé peut être utilisé pur à 100 % ou combiné avec du polystyrène vierge. L'huile essentielle est réintroduite dans les concentrateurs permettant ainsi de boucler le processus du recyclage. (Ville de Montréal, 2017; Polystyvert, 2019)

Contrairement aux précédentes entreprises qui sont des jeunes pousses, faisant leur entrée dans l'industrie du recyclage, Enviroplast est une structure déjà présente dans le secteur et qui, depuis 2016, a racheté le groupe d'investissement Groupe Aliston. L'entreprise vient de révolutionner son procédé de recyclage du plastique grâce à un investissement dans un équipement de grande taille, capable de traiter jusqu'à 7000 t de plastiques par an. L'entreprise cible en partie les plastiques provenant de la collecte sélective. Elle transforme les pellicules de plastique récupérées en billes de plastiques pouvant rejoindre la fabrication d'autres pellicules de plastiques. Cette innovation séduit de nombreux centres de tri dans la région de Montréal. Toutefois, pour obtenir un meilleur résultat, le tri des ballots doit être de qualité. (Gagnon, 2019; Enviroplast, s.d.)

3. GESTION DES PLASTIQUES EN FRANCE

Ce chapitre traite des mécanismes de gestion des plastiques en France à partir des principaux modes de collecte et l'état des lieux du marché de recyclage. Il met également en évidence, les méthodes novatrices de recyclage des plastiques.

3.1 Industrie française de la collecte

Pour répondre aux réglementations européennes en matière de recyclage, la France fonctionne depuis le début des années 1960 avec un système de tri sélectif pour recycler ses matières. Chaque municipalité décide d'un système de collecte spécifique pour chaque type de déchet. Présentement, 98 % de la population est desservie par au moins une collecte sélective. La collecte porte-à-porte et la collecte par apport volontaire sont les deux principaux systèmes de collecte en France. (Actu-environnement, 2009)

Avant d'aborder plus en détail ces deux principaux modes de collecte, il est nécessaire d'éclaircir quelques différences de vocabulaire en gestion des matières résiduelles utilisé en Europe et au Québec. En effet, l'expression « collecte » utilisée en France est l'équivalent de la « récupération » couramment employé au Québec. La « collecte sélective » quant à elle, correspond à la « collecte séparée » en France.

3.1.1 Collecte séparée

La collecte porte-à-porte consiste à collecter les déchets au domicile du citoyen dans des contenants de précollecte dédiés à cette fin. Les déchets sont par la suite pris en charge soit par des bennes à ordures ménagères (BOM) (voir figure 3.1), soit par des BOM à chargement arrière, soit par des BOM à chargement latéral, robotisé ou non, ou soit par des BOM à chargement vertical. En principe, chaque BOM doit être adapté selon le type d'habitat, le type de contenant et la distance de collecte. Comme au Québec, la collecte porte-à-porte est le service qui génère de meilleurs taux de récupération (73 % en 2013). Mais sa mise en place et son fonctionnement restent tout de même très coûteux. (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie [ADEME], 2019 et 2016)



Figure 3.1 Benne à ordures ménagères en France (tiré de Bernard, 2014)

La collecte en apport volontaire est un mode de collecte bien répandu dans les territoires ruraux français, mais aussi à l'échelle des logements collectifs. Plusieurs collectes par apport volontaire peuvent être mises en évidence : les points d'apport volontaire, les points de regroupement, la collecte pneumatique et la collecte en déchèterie. (ADEME, 2016)

Les points d'apports volontaires (PAV) peuvent se présenter sous une forme multiple. Il peut s'agir des conteneurs aériens, disposés sur le sol. Ces conteneurs sont fréquemment employés pour les matières recyclables (voir figure 3.2), sous formes multiples et volumes variés. Il existe aussi des PAV sous forme de colonnes enterrées et semi-enterrées, dotées d'une bonne capacité d'intégration paysagère et favorisant une régulation thermique des déchets. Très souvent, les PAV sont munis d'îlots à trois colonnes avec des orifices propres à chaque type de déchet : une colonne dédiée aux ordures ménagères, une colonne dédiée à la collecte séparée et une colonne pour le verre. Afin d'assurer une meilleure performance des collectes, l'entretien et la maintenance de ces PAV sont essentiels. (Actu-environnement, 2009) Les points de regroupement sont aussi un

type de PAV. Dans ce cas, un contenant est partagé par un groupe d'utilisateurs identifiables. Ce sont généralement des bacs de volume important. (ADEME, 2016)



Figure 3.2 Point d'apport volontaire (PAV) semi-enterré (tiré de Actu-environnement, 2016)

La collecte pneumatique est un système de collecte par réseau enterré, présentement en phase expérimentale dans certaines collectivités de la région parisienne (voir figure 3.3). Elle consiste à stocker les déchets dans un point de collecte en attendant de les faire acheminer par aspiration dans des conduits souterrains. Une fois compactés, les déchets sont conduits vers des filières de valorisation et de traitement. Actuellement, cette technique de collecte ne s'applique qu'aux matières résiduelles ainsi qu'aux papiers et emballages. L'avantage de cette technique est l'utilisation réduite de camions de collecte et la disponibilité des services de collecte. (ADEME, 2016)

Le système de déchèterie est assimilable à celui des écocentres au Québec. En raison de leur nature, de leur quantité ou de leur taille, les déchets non pris en charge traditionnellement par la collecte porte-à-porte peuvent être acheminés par les citoyens vers une déchèterie. (ADEME, 2016)



Figure 3.3 Point de collecte par aspiration pneumatique (tiré de Cygler, 2011)

3.1.2 Système de consignation

À l'heure actuelle en France, le Ministère de la transition écologique ouvre à nouveau le débat sur la consignation des bouteilles en plastique. Celui-ci émerge suite à un premier lancement d'appel aux acteurs concernés, dans le cadre de l'élaboration de la feuille de route sur l'économie circulaire. Consciente de son retard sur la collecte des déchets plastiques comparativement à ses voisins européens, et surtout pour atteindre l'objectif fixé par l'Union européenne (UE), soit recycler 90 % de bouteilles en plastique d'ici 2029, la France veut instaurer un système de consignation. (Mouchon, 2019)

À titre de rappel, la consigne est le concept selon lequel le consommateur, à l'achat d'un bien, paie une caution pour le contenant, laquelle lui sera rendue en restituant le contenant vide. C'est donc un incitatif fort au retour des emballages. Le montant de consigne peut être récupéré sous forme monétaire, en bon d'achat ou faire l'objet de don à des associations. (Actu-Environnement, 2018)

Ce système de consigne, répandu en France jusqu'au début des années 1990, devient moribond après l'apparition de nombreux emballages à usage unique. Cette pratique demeure courante en Allemagne où les résultats sont fructueux. En effet, grâce à ce dispositif bien établi, le taux de retour des contenants de boissons en Allemagne atteint près de 95 % contre une moyenne de 60 % en France et seulement 10 % dans les milieux urbains. (Fichter, 2018; Pouliquen, 2018)

L'annonce de l'instauration d'une consigne sur les bouteilles plastiques divise les professionnels du recyclage. Si certains sont en faveur, d'autres voient en ce concept, une menace qui mettrait

à plat le système de collecte sélective déjà en place. Pour les mécontents de ce principe, la consigne sur les bouteilles en plastique viendra perturber un comportement vertueux bien ancré dans certains territoires, générant des taux de collecte intéressants. (Mouchon, 2019)

De plus, certaines collectivités craignent qu'une telle pratique occasionne un manque à gagner pour financer le service public de gestion des déchets. Par ailleurs, étant donné que la consigne envisagée s'applique essentiellement aux bouteilles de plastique, cela risque de réduire les chances d'orienter les plastiques collectés vers le réemploi. (Gamberini, 2019) Certains vont même jusqu'à proposer d'autres mesures à la place de la consigne. C'est le cas de la fédération professionnelle des entreprises du recyclage (FEDEREC) qui envisage la mise en place d'un système de tri basé sur la séparation des déchets humides d'une part et des déchets secs d'autre part. (Saget, 2019)

3.2 Industrie française du recyclage

En 2014, la consommation de résines polymères (ressources primaires) par les transformateurs français était de 4,1 t dont 81 % de thermoplastiques de grande diffusion et 19 % de thermodurcissables. Au cours de cette même année, le gisement des déchets plastiques postconsommation représentait 3,3 t. De ce chiffre, 711 kt soit, 21 % étaient récupérés en vue du recyclage. (ADEME, 2017)

3.2.1 Marché du recyclage

Dans l'ensemble, le taux de valorisation globale des déchets plastiques postconsommation a connu une évolution positive durant la période 2008-2014 (voir figure 3.4). La part des déchets plastiques destinée au recyclage est passée de 15,9 % en 2007 à 21,4 % en 2014. La valorisation énergétique étant la plus adoptée en France est passée de 38,5 % (2007) à 42,2 % (2014). Le taux de mise en décharge des plastiques quant à lui, reste important, bien qu'il ait connu une baisse de 9,2 % entre 2007 et 2014. (Schmitt, 2016)

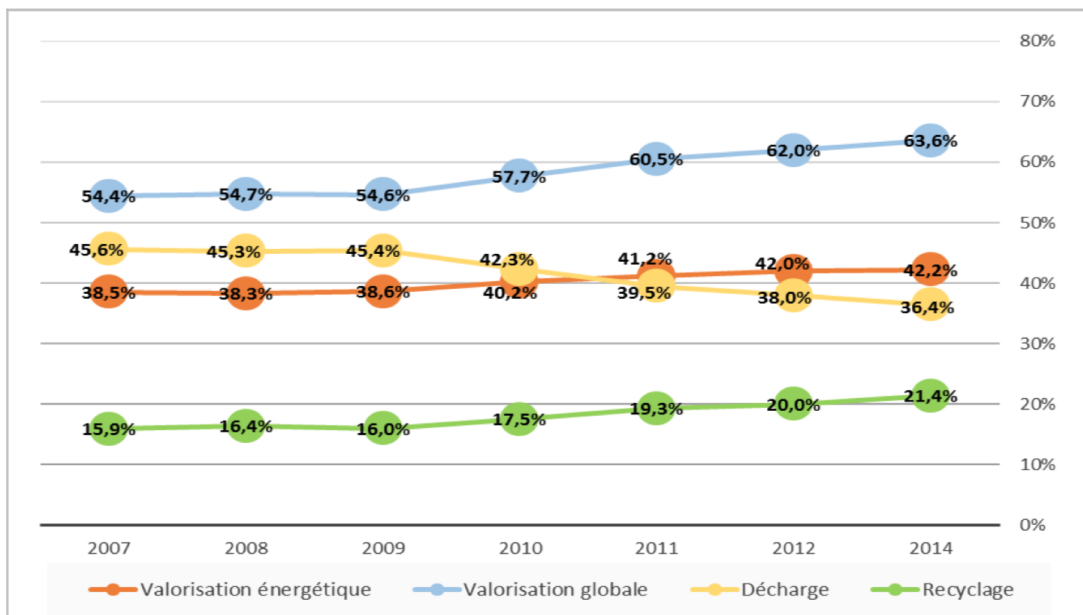


Figure 3.4 Évolution des modes de gestion des plastiques postconsommation entre 2007 et 2014 (tiré de Schmitt, 2016)

Comme au Québec, le recyclage dans le contexte français suit une voie essentiellement mécanique, laquelle permet la transformation des déchets plastiques via des techniques physiques (broyage, déchiquetage, lavage, séchage et fusion). (Schmitt, 2016) Avec un taux de recyclage voisin de 21,4 % en 2014, la France est loin de la moyenne européenne de 29,6 % au cours de cette même période. Ce score faible lui accorde un titre de mauvais élève en matière de recyclage comparativement à 39,7 % en Norvège. À ce titre, 24 pays européens font mieux qu'elle (voir figure 3.5).

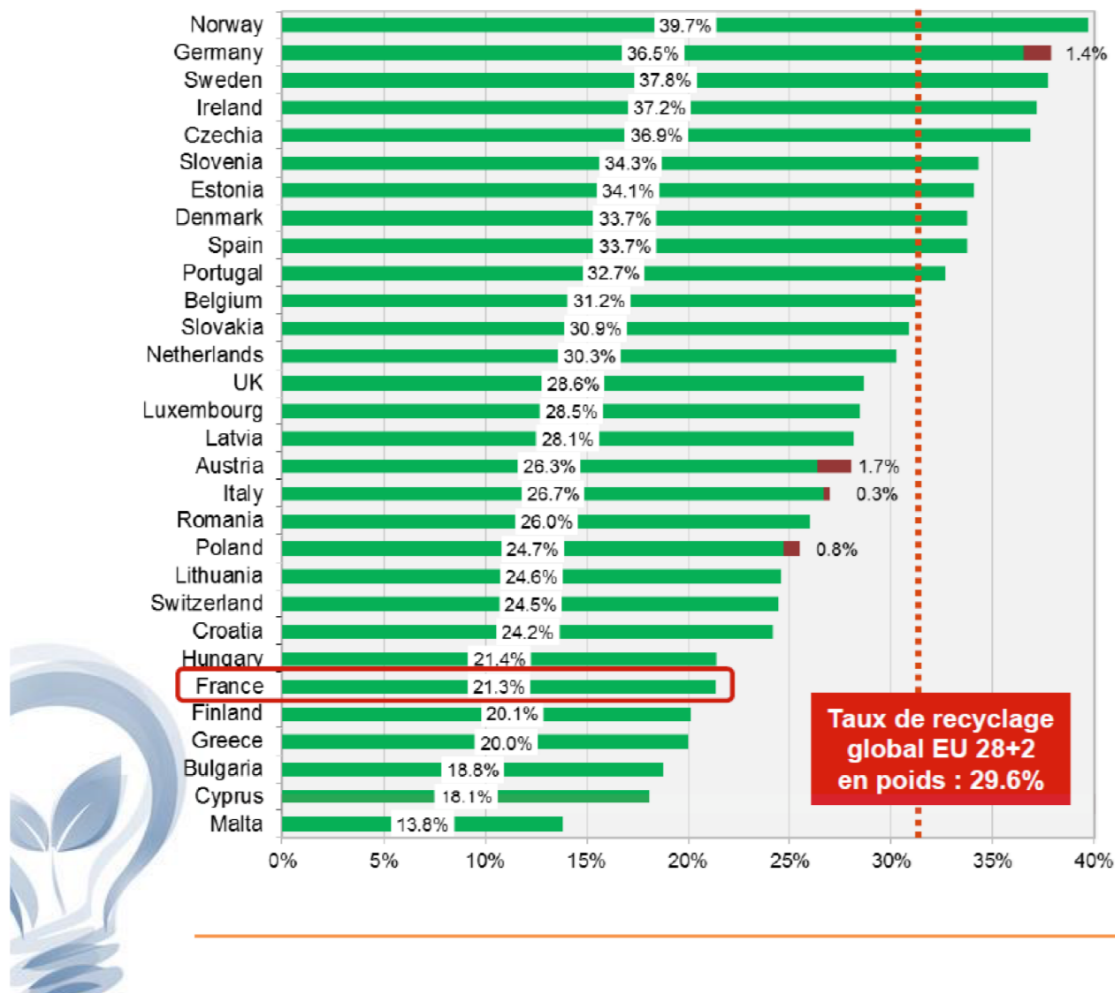


Figure 3.5 Comparaison des taux de recyclage Europe en 2014 (tiré de Schmitt, 2016)

Face à ce constat, le gouvernement s'est fixé un objectif encore plus ambitieux que la demande de l'Union européenne (UE) : recycler 100 % des plastiques d'ici 2025. (Payelle, 2018) C'est un objectif qui apparaît peu réaliste au regard des enjeux qui caractérisent l'industrie française du recyclage, en quelque sorte l'énoncé d'une forme de zéro déchet de plastique, donc un slogan destiné à frapper l'imagination.

Tout d'abord, en raison de la pluralité de produits plastiques présents sur le marché, les activités de recyclage deviennent plus complexes par la diversité de ceux-ci en fin de vie. En effet, dans un même objet, plusieurs résines aux composantes variées peuvent s'y retrouver. Ces composites complexifient la filière du recyclage, notamment en termes de tri des déchets plastiques, de régénération et de reformulation des résines.

À cette complexité s'additionne la dégradation possible de la qualité et des propriétés des plastiques, laquelle affecte négativement la rentabilité de la filière de recyclage. En fait, pour utiliser un polymère recyclé, il est préférable de l'incorporer avec de la matière vierge pour contrer la fragilisation partielle. Sinon, dans le cas où il remplace totalement la résine vierge, l'objet produit conserve les propriétés physicochimiques générales de son polymère, mais celles-ci sont légèrement moins performantes. Pour la plupart des applications, la différence se voit peu, mais les propriétés fines sont requises pour certaines applications.

Le plastique recyclé mécaniquement se dégrade en trois à quatre cycles de recyclage. C'est ce paradoxe qu'évoquent bon nombre de chercheurs : recycler davantage de plastique à un taux de 20 % ou 30 % d'introduction dans les procédés nécessite de produire un volume toujours plus grand de matières plastiques. Or, dans l'optique des 3RV-E, la meilleure option à privilégier est la réduction à la source. (Woessner, 2018)

Les meilleures perspectives sont associées au recyclage chimique afin de retourner aux molécules de base et de recommencer la polymérisation. (Deloitte, 2014) De la sorte, le contrôle sur les propriétés fines est complet. Cependant, le contexte technologique et économique actuel ne permet pas les recyclages chimiques à grande échelle.

Dans un autre ordre d'idée, les plasturgistes évoluent dans un environnement incertain. La prospérité de cette activité requiert des investissements en recherche et développement (R-D), une clientèle dynamique en développement afin de stimuler l'innovation et tirer le marché vers le haut. En outre, la fonction économique du recyclage est complexe, car l'alternative concurrente de mise en valeur énergétique est parfois moins coûteuse. (Deloitte, 2014)

Par ailleurs, la quasi-totalité des entreprises œuvrant dans le recyclage en France sont de petites et moyennes entreprises (PME) et des très petites entreprises (TPE) dont la performance est très hétérogène. Certains plasturgistes en raison de leurs petites tailles doivent affronter une concurrence accrue au niveau européen face aux plasturgistes de tailles plus significatives possédant des surcapacités d'installations de recyclage et d'importants gisements de matières collectées. La filière du recyclage s'inscrit donc dans un environnement incertain, dans lequel la prospérité des activités requiert des investissements en R-D, une clientèle dynamique en développement afin de stimuler l'innovation et tirer le marché vers le haut. D'autres rencontrent

plus de difficultés en lien avec la non-linéarité entre le prix de revient et le prix de vente des matières, induit par la mauvaise qualité des intrants et le faible rendement des installations.

En revanche, les plasturgistes spécialisés en PP et en PEhd réussissent à se faire une place dans le marché et obtiennent des marges positives, en raison d'une suffisance des flux d'approvisionnement en quantité et en qualité. (Deloitte, 2014)

En outre, d'importants flux de déchets plastiques postconsommations sont détournés des filières de recyclage en France. Plusieurs raisons expliquent ce détournement. Il faut rappeler que le prix du pétrole est l'un des paramètres qui déterminent la rentabilité de la filière. En fait, les résines vierges s'échangent sur un marché compétitif bien connu et caractérisé par une concurrence parfaite. Dans ce contexte, le prix des plastiques vierges est déterminé par les coûts de production qu'ils engendrent. Par conséquent, toute variation du prix du pétrole génère des conséquences immédiates sur le prix des résines vierges. Par exemple à la figure 3.6, il est possible d'observer une sensible baisse du prix du polypropylène sur la période 2008-2009, suite à la chute du prix du baril de pétrole engendrée par la crise de 2008-2009. Le prix du polypropylène recyclé quant à lui a connu une sensible hausse. Il y'a donc une corrélation entre le prix du pétrole, le prix de la résine vierge et le prix de la résine recyclée. (Deloitte, 2014)

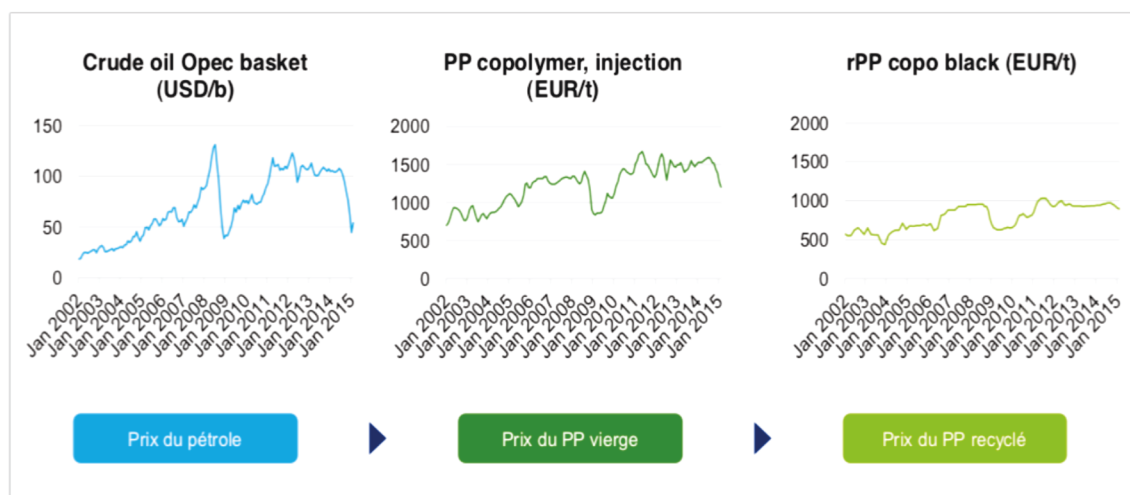


Figure 3.6 Évolution des prix du pétrole et des plastiques (tiré de Deloitte, 2014)

Contrairement au mécanisme de détermination des prix sur le marché des résines vierges, le marché des plastiques recyclés, bien qu'en constante évolution, dépend des alternatives concurrentes que constituent les résines vierges. Les données recensées dans le tableau 3.1 ci-dessous sont fournies par les statistiques du commerce extérieur couvrant les échanges intra et extra UE-28.

Tableau 3.1 Évolution du prix des plastiques triés de 2004 à 2019 en UE-28

Période	Euro/tonne
2004	279,9
2005	331,1
2006	351,6
2007	365
2008	342,1
2009	258
2010	277
2011	328,4
2012	352,3
2013	367,6
2014	356,8
2015	345,8
2016	310,1
2017	314,8
2018	317,4
2019	335

Source : Adapté de Eurostat (2019) *Prix des matériaux pour les matières recyclées*.

Ce ne sont donc pas les coûts marginaux de production qui déterminent le prix des granulés recyclés, mais le prix des matières premières et donc le développement économique général. Dans certains cas, des épisodes ponctuels et limités à un segment de marché peuvent inverser la donne sur une durée déterminée. L'accroissement de la demande pour un type spécifique de résine, suite à une réglementation obligeant l'incorporation dans la fabrication des nouveaux produits, peut créer une tension sur la ressource recyclée. Un tel scénario réduirait le différentiel entre le prix de la résine à recycler et celui de la résine vierge. Les paramètres modifiant le

fonctionnement des marchés des résines vierges/résines recyclées varient d'une zone géographique à l'autre. (Deloitte, 2014)

De plus, il peut arriver des situations où le prix de vente des matières à recycler n'internalise pas la totalité des coûts générés aux étapes de collecte et de préparation des déchets plastiques. Très souvent, les coûts de collecte, de préparation et/ou du tri des matières sont plus importants que les profits générés par leurs ventes. Certaines chaînes de recyclage reposent sur des financements externes, principalement sur la responsabilité élargie du producteur (REP) pour maintenir leur équilibre. Les coûts à couvrir peuvent être très importants, pouvant même atteindre plusieurs centaines d'euros. Parmi ces coûts, celui de la main-d'œuvre (figure 3.7) représente à lui seul près de 35 % des coûts totaux.

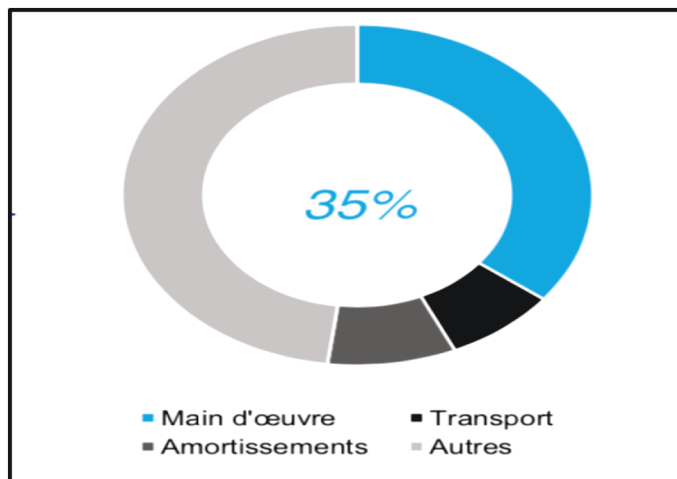


Figure 3.7 Part de la main-d'œuvre dans la structure de coût d'une filière de recyclage des plastiques (tiré de Deloitte, 2014)

Ce sont ces éléments qui expliquent le développement à l'export ou encore le détournement des matières vers des alternatives concurrentes de traitement telles que la mise en décharge ou la valorisation énergétique. (Deloitte, 2014)

La France fait aussi partie des pays qui exportent les déchets plastiques vers l'Asie et particulièrement en Chine. En effet, le coût du travail est le paramètre clé qui justifie l'importance de cette exportation. De plus, le coût de transport maritime Europe-Asie étant très faible, les économies réalisées en termes de coûts de main-d'œuvre suffisent largement pour couvrir ces frais. Cependant, cette situation n'est plus entièrement valable dans le contexte actuel où la Chine

à travers sa réglementation « Green Fence » impose un certain nombre de standards à l'importation des déchets venant de partout au monde. (Deloitte, 2014)

3.2.2 Méthodes novatrices de recyclage

Les enjeux caractérisant l'industrie française du recyclage des plastiques étant similaires à ceux du Québec, la France participait également au forum international du 4 et 5 février 2019. Certaines entreprises françaises ont d'ailleurs eu l'occasion de présenter des technologies prometteuses en matière de recyclage des plastiques. C'est le cas en l'occurrence de l'entreprise Carbios présentement en phase de développement. La technologie de l'entreprise utilise un procédé de biorecyclage basé sur l'utilisation d'enzymes qui agissent comme des catalyseurs biologiques hautement spécifiques. À la différence des techniques thermomécaniques de recyclage des plastiques, l'approche de Carbios consiste à dépolymériser de façon précise les polymères d'intérêts tels que le PET. L'objectif d'une telle méthode est de recycler à l'infini le polymère visé tout en retrouvant ses propriétés de départ ainsi que ses performances dans les matériaux recyclés. Ce procédé apparaît comme une première mondiale dans le contexte du recyclage des plastiques : pouvoir recycler à l'infini les déchets plastiques en nouvelles ressources grâce aux propriétés naturelles des enzymes. Cette technologie s'intéresse particulièrement au PET et aux polyamides. C'est donc une vraie révolution pour recycler les bouteilles plastiques d'eau, de lait, produits cosmétiques, emballages et films. (Carbios, s.d.)

Machaon est une entreprise spécialisée dans le recyclage des emballages de plastiques souples issus de la collecte sélective. Historiquement, c'est un projet qui a été développé en Espagne. En effet, la collecte de films souples en Espagne est beaucoup plus avancée qu'en France. Le procédé mis en place par Machaon transforme les films plastiques en granulés de polyéthylène recyclé, puis revend aux fabricants de plastique soufflé, tels que les fabricants de sacs-poubelle, de tuyaux et même à l'industrie automobile. C'est une solution aux films plastiques français, dont le tri par les ménages va croître. Dans les projections, 15 millions de personnes seront impliquées par le tri des plastiques souples d'ici 2022 contre 4 millions depuis 2017. Les collectivités qui ont répondu à l'appel à candidatures pourront donc augmenter leur taux de recyclage au niveau national. Il faut tout de même préciser que c'est un procédé pointu qui nécessite une séparation rigoureuse du polyéthylène des autres types de plastiques et contaminants. Une fois cette étape bien franchie, le film souple peut être lavé, puis extrudé afin de fabriquer des granulés de qualité. (Roussange, 2017)

4. CHAÎNE DE VALEUR CONFORME À L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Cette portion de l'essai expose les différentes chaînes de valeur de gestion des plastiques conforme à l'économie circulaire sur les plans socioéconomique, environnemental et technologique. Les limites pour chaque dimension sont également présentées.

Présentement, une partie importante des plastiques résiduels répond à une dynamique d'économie linéaire basée sur l'extraction des ressources naturelles, leur transformation, leur utilisation et enfin leur élimination par enfouissement, incinération ou par la mise en décharge. Cependant, cette approche montre des limites préjudiciables à l'environnement. Malgré des programmes de gestion des déchets bien implantés, 89 % des résidus plastiques au Canada rejoignent encore les sites d'enfouissements ou sont égarés dans l'environnement. En revanche, la réflexion poussée par les chercheurs et spécialistes conduit à une nouvelle façon de concevoir les plastiques. Le concept d'économie circulaire est de plus en plus utilisé pour désigner cette nouvelle économie bâtie autour des plastiques. (Jacob-Vaillancourt, 2018; CCME, 2018)

L'économie circulaire apporte une vision dans laquelle chaque phase de conception et de fabrication des matières plastiques et des produits dérivés obéit à une règle de réemploi, de réparation et de recyclage, selon laquelle les matériaux élaborés et préconisés sont plus durables. (Commission européenne, 2018) En effet, l'économie circulaire s'insère dans une vision « zéro déchet de plastique » et dans laquelle tous les plastiques sont conservés dans l'économie, donc hors souillure de l'environnement. L'objectif est de boucler la boucle. Elle permet donc d'intégrer la chaîne de valeur des plastiques dans une approche positive (voir figure 4.1) afin de renforcer les performances socioéconomiques et d'améliorer le bilan environnemental. (CCME, 2018)

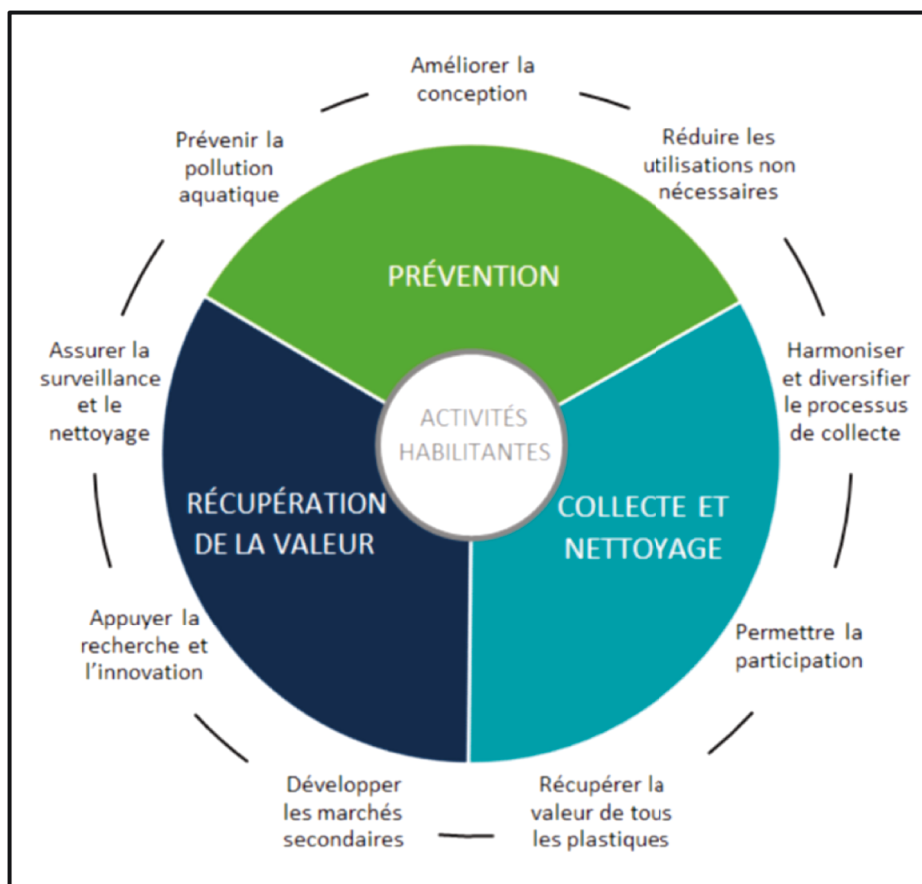


Figure 4.1 Principaux champs d'intervention d'une économie circulaire des plastiques (tiré du CCME, 2018)

4.1 Valeur économique dans une économie circulaire des plastiques

Malgré toutes les externalités que les plastiques peuvent générer, leur côté bon marché est l'une des raisons qui justifient la nécessité d'une nouvelle économie. Cette dernière se veut d'améliorer les aspects économiques de la gestion en fin de vie de ces matières. Dans une approche d'économie circulaire, cette amélioration débute en début de cycle, c'est-à-dire à la phase de conception, puis à la fabrication et se termine en phase de fin de vie. En effet, créer de la valeur économique autour des matières plastiques secondaires requiert indispensablement un équilibre entre l'offre et la demande des plastiques, donc d'assurer le bon fonctionnement des marchés. Pour ce qui est de l'offre, les nouvelles restrictions prises par la Chine, ainsi que les objectifs gouvernementaux en matière de tri et de recyclage, apparaissent comme des éléments bénéfiques pour assurer une offre locale abondante de plastiques au Québec comme en France.

Quant à la demande, il est plus complexe de garantir une demande locale qui soit fiable et durable afin de sécuriser les investissements réalisés dans les infrastructures de recyclage. (Arnaud, 2019)

C'est dans cette optique que la mobilisation des acteurs entre autres, les producteurs des produits en plastique, les distributeurs, les consommateurs, les spécialistes de la gestion des déchets, le gouvernement constitue un paramètre essentiel dans un système d'économie circulaire. Tous peuvent contribuer à trouver des solutions communes aux verrous techniques, économiques et technologiques auxquels fait face la filière. (Arnaud, 2019)

En revanche, avec l'instauration des taxes sur les mauvais modes de gestion des plastiques (taxes à l'élimination), il est possible de créer une demande durable venant des industriels des produits plastiques. Aussi, l'obligation d'incorporer du plastique secondaire dans les nouveaux produits contribue à augmenter la demande. De cette façon, il est réalisable de décrocher le marché des plastiques vierges de celui des matières plastiques secondaires. Cela inciterait donc à la création d'un marché des matières plastiques recyclées indépendant du marché des résines vierges. (Arnaud, 2019)

Même si la valeur des plastiques ne peut être captée en totalité, un des avantages supplémentaires de la nouvelle économie des plastiques repose sur la préservation d'une part significative de la valeur du matériau. Simultanément, elle minimise les risques de générer des externalités négatives le long de la chaîne de valeur. En effet, la valeur économique issue du recyclage des plastiques provient de la vente de matière, ce qui est plus bénéfique que dans la filière traditionnelle où la valeur est issue de la valorisation énergétique (voir figure 4.2).

De même, le recyclage génère un gain beaucoup plus élevé que celui provenant de la mise en décharge, d'autant plus qu'il évite les coûts de l'agrandissement d'infrastructures de confinement et de la dépollution liée à la mise en décharge. (Arnaud, 2019)

Par ailleurs, le recyclage dans un contexte de la nouvelle économie favorise les investissements à l'acquisition de nouveaux équipements afin de moderniser les infrastructures actuelles. Ces investissements à terme peuvent contribuer à la rentabilité de la filière grâce à des technologies plus efficaces et des économies d'échelle. (Mugdal, Ann Kong et Lyons, 2013)

La logistique dans une économie circulaire des plastiques apparaît plus complexe en générant les coûts supplémentaires d'une REP supportée par les producteurs et les consommateurs. Cependant, le modèle d'économie circulaire baisse la dépendance énergétique du secteur et réduit significativement les risques d'exposition à la volatilité des prix des matières vierges, particulièrement dans l'industrie pétrochimique. (Fondation Ellen MacArthur, 2017)

En effet, le coût imprévisible de l'approvisionnement des matières d'origine fossile représente un risque pour l'industrie du plastique, qui à terme pourrait recourir à des sources alternatives comme le renouvelable ou les matières recyclées, elles-mêmes soumises à ces pressions. Toutefois, la diversification des sources de production des plastiques peut être considérée comme un moyen d'atténuer ces risques et de renforcer la dynamique de la nouvelle économie des plastiques. (Fondation Ellen MacArthur, 2017)

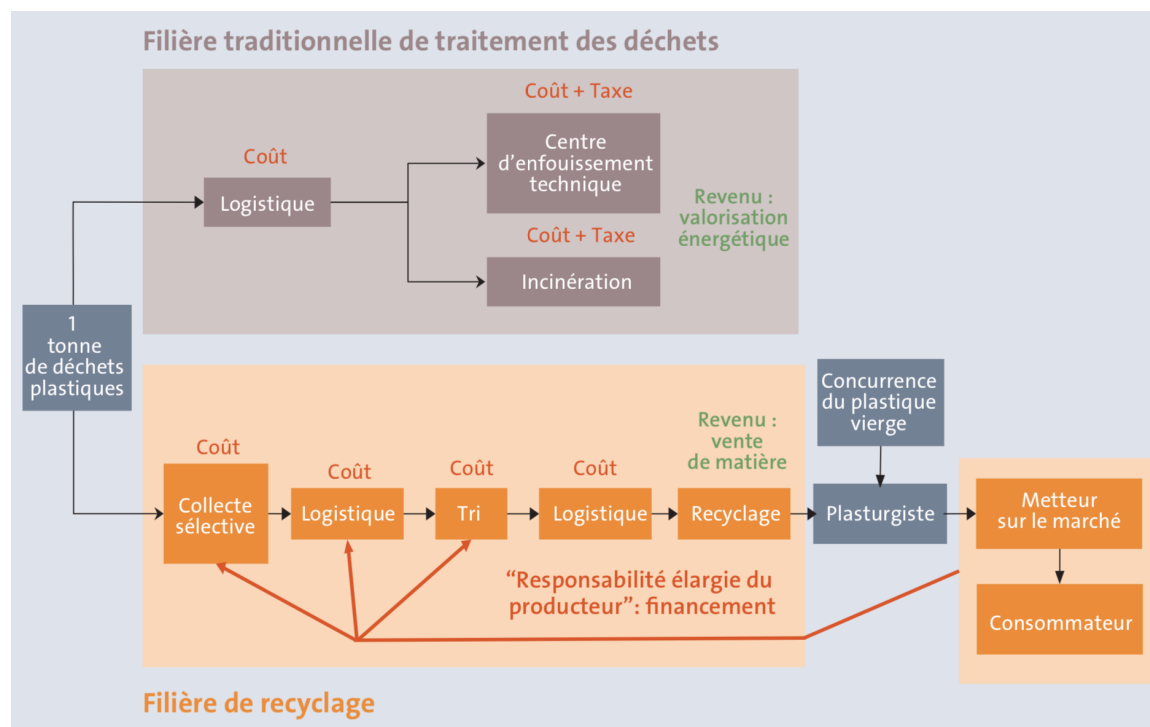


Figure 4.2 Flux des matières plastiques dans les filières de traitement (tiré de Arnaud, 2019)

Dans un autre ordre d'idée, si la chaîne de valeur des plastiques dans un système linéaire est créatrice d'emplois, dans une perspective d'économie circulaire, les emplois sont réinternalisés dans le territoire participant au développement local. Ce sont donc de nouveaux emplois verts et locaux créés tout au long de la chaîne de recyclage (voir figure 4.3). Ces emplois comprennent le travail traditionnel de tri manuel peu qualifié et des emplois très qualifiés dans la collecte, le tri,

le traitement, la transformation des matériaux jusqu'à la fabrication des produits. De plus, les revenus qui en découlent sont plus élevés que ceux issus de la mise en décharge ou de l'incinération. Cependant, la filière du recyclage cause aussi une destruction des emplois dans les filières alternatives comme les sites d'incinération ou d'enfouissement, les décharges (voir figure 4.3). (Mugdal et al., 2013; Deloitte, 2014)

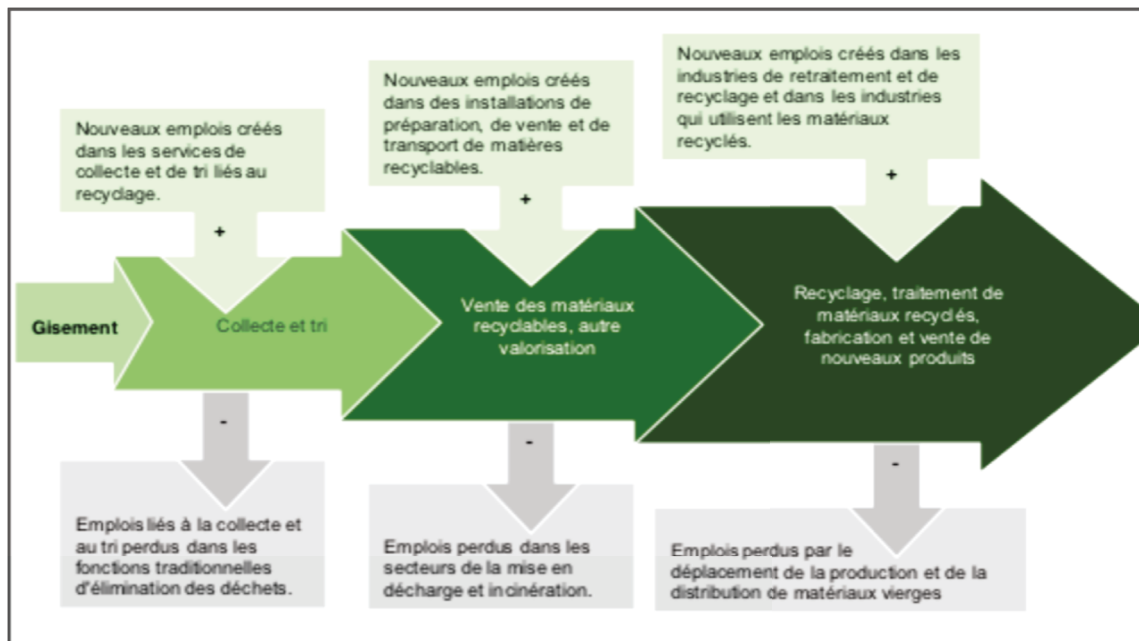


Figure 4.3 Emplois créés et perdus dans un système d'économie circulaire des plastiques

(tiré de Deloitte, 2014)

En outre, il faut rappeler que pour atteindre un niveau de qualité semblable aux matières vierges, le recyclage génère un coût supplémentaire. Celui-ci est lié à l'implantation d'un système de collecte et au développement des infrastructures qui sont même parfois relativement plus coûteuses que la valeur du matériau à récupérer. Aussi, le prix des matières premières vierges et des ressources non renouvelables est moins élevé que le prix des matières recyclées, en raison de la non-prise en compte des coûts environnementaux durant l'extraction. (Conseil du patronat du Québec, 2018)

De plus, le phénomène de l'effet rebond est l'une des critiques adressées au bon fonctionnement de l'économie circulaire. En effet, l'amélioration des performances environnementales de la gestion d'un produit en fin de vie est susceptible d'augmenter sa consommation. Donc, les politiques visant à encourager le recyclage peuvent entraîner paradoxalement un comportement

moins respectueux de l'environnement en raison d'une surconsommation des biens. (Delacote, Lafforgue et Lorang, 2019)

4.2 Valeur environnementale dans une économie circulaire des plastiques

La gestion des plastiques en fin de vie dans une approche traditionnelle s'accommode avec une dégradation cumulative et significative des systèmes naturels. Cette dégradation s'observe par la propagation des débris de plastiques et microparticules dans les milieux urbain et marin, la consommation importante d'énergie, l'épuisement des ressources, les émissions de GES et la pollution. (Commission européenne, 2018)

Le recyclage, représentant un des principes clés de la nouvelle économie des plastiques, a une vocation avant tout environnementale. Tout d'abord, il génère des avantages en matière d'utilisation des ressources, comparativement à d'autres options de gestion des déchets telles que la valorisation énergétique ou l'élimination. À titre d'exemple, l'utilisation de la ressource en eau, nécessaire au traitement des effluents dans un système de boucle fermée, génère d'importants gains d'efficacité. (Mugdal et al., 2013) En fait, l'objectif est de réduire l'empreinte écologique. Par exemple, le recyclage d'une tonne supplémentaire de plastiques réduit les émissions de GES de 1,1 à 3,0 t comparativement à la production d'une même tonne de plastiques à partir des résines vierges d'origine fossile. Le recyclage offre donc une meilleure performance environnementale que la production des résines vierges. (Fondation Ellen MacArthur, 2017; Arnaud, 2019) Le déploiement des infrastructures de tri, de collecte et de traitement réduit les fuites des plastiques dans l'environnement et d'un volume important de déchets marins. Ces derniers proviennent très souvent des déversements et transferts illégaux des plastiques. (Fondation Ellen MacArthur, 2017) Par ailleurs, puisque le gaspillage des ressources est évité dans la circularité des plastiques, la matière en fin de vie devient une matière précieuse qui limite l'extraction des matières premières.

Le but recherché est aussi de maintenir la ressource au sein de l'économie tout en contribuant au découplage entre l'utilisation des matériaux et la croissance économique. (Mugdal et al., 2013) Le prolongement de la durée de vie utile des plastiques par l'optimisation des matières et de l'énergie est ici essentiel. (Gouvernement du Canada, 2019) Même lorsque les procédés de recyclage mécanique, chimique ou thermique, ne sont pas possibles d'un point de vue technologique ou économique, la nouvelle approche des plastiques maximise la productivité des

ressources afin de récupérer les molécules d'intérêts. De plus, si la ressource ne peut être récupérée sous sa forme matière, l'option envisagée en dernier recours est de capter l'énergie présente dans les plastiques, puis de la convertir en chaleur ou en électricité. (MacDonald, Normandin et Sauvé, 2016)

Bien que les filières de recyclage émettent relativement moins de GES que les filières de ressources vierges, cependant, elles ne sont pas neutres d'impacts. Les opérations de recyclage sont donc émettrices de GES même si l'impact est moindre comparativement à l'alternative classique d'extraction (tableau 4.1). En outre, obtenir des taux élevés de récupération nécessite des techniques de séparation conduisant aux processus industriels complexes, coûteux et énergivores. (Delacote et al., 2019)

Tableau 4.1 Comparaison entre les taux d'émissions des résines vierges et résines recyclées

Taux d'émission	Papier	Plastique PET	Aluminium	Verre
Vierge (kg CO ₂ éq /t)	297	3 270	9 827	923
Recyclé (kg CO ₂ éq /t)	317	202	513	409

Source : Adapté de FEDEREC et ADEME (2017) *Évaluation environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de cycle de vie*.

Au-delà des émissions de GES, de la consommation d'énergie et des ressources, le recyclage de certains déchets génère de possibles risques sanitaires. En effet, la présence des produits toxiques, comme des retardateurs des flammes bromées dans les plastiques, requiert l'utilisation massive d'eau et des produits chimiques pour le traitement de ces produits une fois rendu au stade de déchet. (Delacote et al., 2019)

4.3 Valeur technologique dans une économie circulaire des plastiques

L'innovation est un moteur clé de transformation de la chaîne de valeur dans la nouvelle économie des plastiques. La modernisation des opérations et des équipements de tri est essentielle à la fois pour l'industrie de la récupération et celle du recyclage afin de se positionner et d'être compétitif dans le marché des matières secondaires. Puisque ce marché s'inscrit dans un contexte en pleine mutation, l'offre des produits finaux de haute qualité est essentielle pour se démarquer des concurrents et se faire une place de choix dans le marché.

En effet, le déploiement des solutions innovantes en matière de tri sophistiqué et avancé permet de renforcer le processus de recyclage existant (diminution des pertes de granulés et résidus) en quantité et en qualité garantissant une meilleure conception des écomatériaux.

De plus, la meilleure séparation des plastiques dans la chaîne de tri donne accès à des flux nouveaux et augmente les rendements. De ce fait, le coût marginal à la tonne des plastiques triés peut être réduit et les bénéfices potentiels maximisés. (Arnaud, 2019)

L'intelligence artificielle et les algorithmes orientent les robots-trieurs et améliorent la capacité de reconnaître les déchets sur les lignes de tri. Lorsque positionnés en assurance qualité, ils produisent un niveau de pureté supérieur des ballots. Par ailleurs, ces robots peuvent être une solution au coût élevé de main-d'œuvre, surtout dans un contexte de pénurie. De telles avancées sont bénéfiques pour les centres de tri, car leurs activités sont bouleversées par l'apparition des nouveaux produits (plastiques compostables) moins compatibles avec les installations existantes. (Gouvernement du Canada, 2019)

En somme, innover dans une approche d'économie circulaire des plastiques permet d'assurer une meilleure traçabilité des matériaux et contaminants présents dans les plastiques. À terme, une meilleure rétention des plastiques dans les boucles d'économie circulaire permet de capter une partie importante des plastiques qui échappent actuellement aux chaînes de recyclage et transitent vers les océans. (Arnaud, 2019)

Cependant, le levier technologique dans une économie circulaire souffre aussi de l'effet rebond. En effet, le recyclage à l'infini d'un point de vue physique n'est pas réalisable, comme l'a indiqué le mathématicien et économiste Georgescu-Roegen. Même avec des taux de recyclage élevés, une fraction demeure toujours perdue après utilisation. (Charles, 2018)

Dans certains cas, le recyclage est loin d'atteindre la circularité parfaite. Il est tout simplement perçu comme un moyen de retarder l'échéance de l'épuisement des ressources et la capacité de saturation des lieux de stockage des déchets.

Par conséquent, l'amélioration de la prise en charge des déchets en fin de vie à travers une amélioration des procédés de recyclage et de valorisation peut générer des effets négatifs. Ces derniers pourraient limiter voire annuler l'impact positif de l'économie circulaire sur les ressources naturelles et les stocks des déchets.

5. ANALYSE DE LA BONIFICATION DU SYSTÈME ACTUEL QUÉBÉCOIS

Cette section analyse les informations extraites de la littérature aux chapitres précédents. Elle oriente vers des recommandations à l'intention des parties prenantes concernées pour bonifier le système actuel de gestion des plastiques au Québec.

5.1 Méthodologie d'analyse

L'objectif de l'essai est d'identifier les méthodes novatrices de gestion des plastiques de la collecte sélective générant une chaîne de valeur conforme à l'économie circulaire. À partir des informations collectées dans les chapitres 2 et 3, une grille d'analyse multicritère qualitative et comparative (Québec-France) est réalisée pour traiter ces données. Cette grille sert à évaluer le niveau de performance de la création d'une valeur ajoutée autour des plastiques résiduels à partir des critères sélectionnés (selon 3 axes) sur une échelle qualitative à trois niveaux : fort, moyen et faible. Les critères sont regroupés en facteurs socioéconomique, environnemental et technologique.

Tout d'abord, le facteur socioéconomique permet d'évaluer les déterminants de la création de la valeur des plastiques résiduels dans le contexte actuel. Il se réfère aux critères d'offre et de demande des matières secondaires, le coût de main-d'œuvre induit par le traitement de ces matières ainsi que la valeur monétaire (prix) des plastiques recyclés.

Ensuite, le facteur environnemental permettra d'apprécier l'impact environnemental des pratiques actuelles de gestion des déchets plastiques à partir des critères d'extraction des ressources, de consommation d'eau et d'énergie, d'émission de GES et de la pollution.

Finalement, le facteur technologique permettra d'évaluer la faisabilité technologique et la complexité de certains procédés. Les éléments permettant cette évaluation seront, le système de collecte, la modernisation des équipements de tri, la recyclabilité des matériaux et la qualité des extrants.

Pour ce qui est de l'évaluation proprement dite, un critère est jugé « fort » lorsqu'il accumule plus d'un élément positif. En revanche, un critère s'attribue un niveau « moyen » dès lors qu'il totalise au moins un élément positif et un élément négatif. Enfin, le niveau « faible » est attribué au critère qui ne possède que des éléments négatifs.

5.2 Analyse et commentaires sur les résultats

Tableau 5.1 Grille d'analyse socioéconomique multicritère et qualitative

Facteur	Critère	Québec	France
Socioéconomique	Offre des matières secondaires (Quantité des ballots de plastiques récupérés mis à disposition par les centres de tri sur le marché des matières secondaires)	Moyen * Amélioration continue du taux de récupération par type de plastique * Dépendance à l'exportation en raison du manque de débouchés au niveau local	Moyen * Amélioration continue du taux de récupération par type de plastique grâce à la réglementation européenne en matière de recyclage * Dépendance à l'exportation en raison du manque de débouchés au niveau local : recycleurs sont essentiellement des PME avec de faibles capacités d'installations [20-40 kt/an] : seulement 600 000 tonnes de déchets plastiques postconsommations recyclées en France sur un gisement de 3,5 millions estimés en 2012
	Demande des matières secondaires (Quantité des ballots de plastiques recyclés demandée par les plasturgistes)	Faible * Accroissement de la demande locale en matière recyclée à cause de l'exigence des réglementations * Demande limitée en raison de la contamination des ballots sortants des centres de tri * Importation des plastiques triés hors frontières pour répondre aux standards locaux	Faible * Accroissement de la demande locale en matière recyclée à cause de l'exigence des réglementations * Demande limitée en raison de la contamination des ballots sortants des centres de tri * Importation des plastiques triés hors frontières pour répondre aux standards locaux * Économies d'échelle réalisées par le coût de transport avantageux Europe-Asie
	Valeur des matières secondaires (Prix moyen de vente à la tonne des matières plastiques récupérées par les centres de tri)	Faible * Fluctuation des prix des matières recyclées * Faible rentabilité des plastiques recyclés en raison de l'influence du prix des matières premières [pétrole] et donc du côté bon marché des résines vierges	Faible * Fluctuation des prix de matières recyclées * Faible rentabilité des plastiques recyclés en raison de l'influence du prix des matières premières [pétrole] et donc du côté bon marché des résines vierges * Influence de la concurrence au niveau européen
	Coût de main-d'œuvre (Charges salariales liées principalement aux opérations de tri, formation des employés aux nouveaux équipements et procédés)	Faible * Coût de main-d'œuvre significatif * Pénurie de main-d'œuvre * Absentéisme et forte rotation du personnel dû aux conditions de travail dans les centres de tri	Faible * Coût de main-d'œuvre significatif, jusqu'à 30 % des coûts totaux

Tableau 5.2 Grille d'analyse environnementale multicritère et qualitative

Facteur	Critère	Québec	France
Environnementale	Extraction des ressources (Ressources extraites évitées grâce au système de recyclage actuel)	<u>Moyen</u> * Limitation de la consommation des matières premières vierges grâce à l'instauration des normes exigeant l'incorporation des résines recyclées lors de la fabrication des nouveaux produits en plastique * Engagement/ Adoption volontaire aux principes de l'économie circulaire [écoconception] chez de plus en plus de fabricants * Recours aux matières premières, car difficulté de régénérer les résines recyclées en résines vierges * Avantage à extraire des ressources vierges en raison de l'existence des procédés d'exploitation connus et abordables en termes de coûts	<u>Moyen</u> * Limitation de la consommation des matières premières vierges grâce à l'instauration des normes exigeant l'incorporation des résines recyclées lors de la fabrication des nouveaux produits en plastique * Engagement/ Adoption volontaire aux principes de l'économie circulaire [écoconception] chez de plus en plus de fabricants * Recours aux matières premières, car difficulté de régénérer les résines recyclées en résines vierges * Avantage à extraire des ressources vierges en raison de l'existence des procédés d'exploitation connus et abordables en termes de coûts
	Émission de GES et pollution (Tonnes de CO ₂ émises durant les activités de collecte, tri, recyclage et pollution générée par celles-ci au niveau national et international)	<u>Faible</u> * Émission de CO ₂ lors de la collecte et de l'élimination des plastiques résiduels * Procédés de recyclage pas toujours carboneutre * Pollution marine due aux fuites de plastiques dans l'environnement	<u>Faible</u> * Émission de CO ₂ lors de la collecte et de l'élimination des plastiques résiduels * Surcapacité des installations de valorisation énergétique * Procédés de recyclage pas toujours carboneutre * Pollution marine due aux fuites de plastiques dans l'environnement
	Consommation d'eau et d'énergie (Quantité d'eau et d'énergie requise pour les activités de tri et de recyclage)	<u>Faible</u> * Consommation importante d'eau pour le traitement de certains types de déchets plastiques * Procédés de recyclage souvent complexes et énergivores	<u>Faible</u> * Consommation importante d'eau pour le traitement de certains types de déchets plastiques * Procédés de recyclage souvent complexes et énergivores

Tableau 5.3 Grille d'analyse technologique multicritère et qualitative

Facteur	Critère	Québec	France
Technologique	Système de collecte (Mécanisme de récupération des plastiques : collecte sélective, consignation)	<u>Fort</u> * Système de collecte des recyclables diversifié et bien répandu à l'échelle du territoire * Bonne participation de la population au tri à la source des matières recyclables	<u>Fort</u> * Système de collecte des recyclables diversifié et bien répandu à l'échelle du territoire * Bonne participation de la population au tri à la source des matières recyclables
	Modernisation des équipements de tri (Procédés innovants en matière de tri tels que la détection infrarouge, les robots trieurs, les trieuses optiques)	<u>Fort</u> * Volonté d'améliorer en continu les procédés de tri et de recyclage * Fonds d'investissement gouvernementaux mis à profit pour la modernisation des équipements dans les centres de tri	<u>Fort</u> * Volonté d'améliorer en continu les procédés de tri et de recyclage * Fonds d'investissement gouvernementaux mis à profit pour la modernisation des équipements dans les centres de tri
	Recyclabilité des matériaux (Efficacité des techniques de recyclage mécanique et chimique à régénérer les plastiques récupérés).	<u>Faible</u> * Recherche continue des méthodes innovantes * Le plastique ne se recycle pas à l'infini * Perte de matière même avec des procédés et techniques de recyclage innovant	<u>Faible</u> * Recherche continue des méthodes innovantes * Le plastique ne se recycle pas à l'infini * Perte de matière même avec des procédés et techniques de recyclage innovant
	Qualité des extrants (Niveau de pureté de ballots sortants des centres de tri)	<u>Faible</u> * Apparition sans cesse de nouveaux types de plastiques * Meilleur rendement avec les projets de modernisation et d'extension de la consigne * Amélioration de la qualité avec les nouveaux équipements, dont les trieurs intelligents : robots, détecteurs infrarouges	<u>Faible</u> * Apparition sans cesse de nouveaux types de plastiques * Amélioration de la qualité avec les nouveaux équipements, dont les trieurs intelligents : robots, détecteurs infrarouges

5.3 Commentaires sur les résultats

Le critère « **Offre des matières secondaires** » est perçu « **Moyen** » dans les deux juridictions, car elles disposent d'un système de récupération par collecte sélective et par la consignation des contenants vides. Ces systèmes sont bien établis à l'échelle du territoire et s'accompagnent d'une bonne participation des populations. Cela permet de mieux saisir les gisements des déchets plastiques. La réglementation en matière de recyclage au Québec et en France ainsi que les cibles qui en découlent contribuent à l'augmentation des quantités de matières plastiques récupérées. Cependant, l'accès au gisement de déchets plastiques pour les plasturgistes locaux reste limité en raison de la forte dépendance du secteur à l'exportation, au Québec comme en France. De plus, pour la plupart des entreprises du secteur, ce sont des PME dont les capacités d'installation sont très faibles à la base, ne permettant pas ainsi de rentabiliser les opérations.

Le critère « **Demande des matières secondaires** » dans les deux contextes est jugé « **Faible** ». Malgré le développement d'une réglementation en faveur de l'incorporation d'un taux de plastiques recyclés dans la fabrication de nouveaux produits, le taux de contamination des ballots fournis par les centres de tri est un facteur limitant la demande locale en plastique secondaire. D'ailleurs, pour respecter la réglementation et répondre aux standards locaux, certains plasturgistes vont jusqu'à importer les plastiques de seconde main hors frontières.

Le critère « **Valeur des matières secondaires** » obtient une appréciation « **Faible** » en France et au Québec. En effet, le prix des matières plastiques secondaires fluctue sans cesse et dépend fortement du prix du plastique vierge, qui lui-même dépend du prix du pétrole sur les marchés. Ces éléments expliquent la faible rentabilité des matières plastiques recyclées à cause du côté bon marché des résines vierges.

Le critère « **Cout de main-d'œuvre** » représente un point « **Faible** », parce qu'il est le cout le plus important dans les deux filières de récupération et recyclage de la gestion des déchets. Il peut représenter jusqu'à 30 % des couts totaux. C'est l'un des facteurs expliquant l'exportation des matières récupérées vers des zones géographiques où la main-d'œuvre est bon marché. Dans le contexte québécois, la pénurie de main-d'œuvre vient renforcer cette pratique. De plus, les conditions de travail dans le secteur conduisent à un pourcentage important en termes

d'absentéisme et de roulement du personnel. Ceux-ci génèrent des coûts supplémentaires de recrutement et de formation du personnel.

Le critère « **Extraction des ressources** » est considéré « **Moyen** ». Le système de recyclage des déchets plastiques fonctionne tant bien que mal. De plus, l'obligation d'introduire un taux de plastiques recyclés dans la fabrication de nouveaux produits et l'adoption volontaire des principes de l'économie circulaire chez de plus en plus de fabricants limitent le volume des matières premières extraites. Toutefois, la complexité technique et économique à régénérer les caractéristiques des plastiques à partir des plastiques recyclés et l'existence des procédés d'extraction déjà connus et avantageux en termes de coûts, justifient en partie, le recours aux résines vierges et donc à l'extraction des matières premières.

Le critère « **Émission de GES et pollution** » est interprété « **Faible** ». Que ce soit pour des techniques de recyclage ou pour les procédés alternatifs, comme la valorisation énergétique ou l'enfouissement, les modes de gestion de déchets dans leur ensemble sont émetteurs de GES. Ils sont donc loin d'être carboneutres. De plus, demeure une partie de la matière détournée de la filière de recyclage, celle des fuites polluant l'environnement. Pour le cas de la France en l'occurrence, la valorisation énergétique par incinération occupe encore une place importante dans la gestion des déchets plastiques. Les installations thermiques sont en surcapacité et donc les émissions de GES sont gigantesques.

Le critère « **Consommation d'eau et d'énergie** » est jugé « **Faible** ». Les nouveaux procédés de traitement des déchets plastiques s'efforcent à fonctionner en boucle fermée, c'est-à-dire en minimisant les pertes de matière et d'énergie durant le recyclage. Ces procédés sont paradoxalement complexes et énergivores pour certains types de plastiques, comme ceux contenant des substances toxiques et autres additifs.

Le critère « **Système de collecte** » se voit comme « **Fort** » dans le système actuel de gestion des déchets plastiques à la fois en France et au Québec. Il est bien implanté et aussi diversifié à l'échelle du territoire. De plus, ce système fonctionne bien, car la population se prête bien au jeu du tri à la source.

Le critère « **Modernisation des équipements de tri** » s'interprète également comme « **Fort** » au Québec et en France. Les décideurs publics et les professionnels de la gestion des matières

résiduelles ont à cœur l'amélioration en continu des équipements de tri existants, pour aider les populations à poser le bon geste afin d'améliorer la qualité des taux de recyclage. Des fonds d'investissement sont mis à disposition des intervenants le long de la chaîne de tri et du recyclage.

C'est le cas des subventions octroyées pour l'acquisition ou le remplacement des gobeuses des contenants de boissons et la modernisation des centres de tri. Au Québec, c'est la société d'État Recyc-Québec qui gère ces fonds.

Le critère « **Recyclabilité des matériaux** » s'interprète comme « **Faible** ». En effet, les plastiques sont particulièrement non recyclables à l'infini. Cette particularité limite le recyclage de la matière, car il demeure une partie perdue à chaque cycle de recyclage. Cependant, les nouvelles techniques de recyclage avec l'expansion du recyclage chimique optimisent les pertes de matières et d'énergie au cours des différentes phases de recyclages.

Le critère « **Qualité des extrants** » constitue un point « **Faible** ». La mise sur le marché de nouveaux contenants constitués des plastiques dits émergents rend encore plus complexes les opérations de tri sur les plateformes. Toutefois, les déchets plastiques recueillis via le système de consignation offrent un meilleur gisement et par conséquent, leur procurent une meilleure valeur ajoutée. Au Québec, ce système produira encore un meilleur gisement avec les projets de modernisation de la consigne et son extension applicable aux bouteilles d'eau en plastique.

Sommaire

Dans une vue d'ensemble, le Québec et la France procèdent de façon similaire pour ce qui est de la récupération/collecte des déchets plastiques par collecte sélective de porte-à-porte, apport volontaire, consignation. Quant au recyclage, la France à la différence du Québec dépend encore fortement de la valorisation énergétique, alors que le Québec a fermé tous les centres d'incinération sauf celui du quartier Limoilou à Québec.

Dans un autre ordre d'idée, les enjeux globaux à savoir le manque de débouchés au niveau local, la dépendance à l'exportation des plastiques résiduels, la fluctuation des prix des plastiques secondaires, la qualité des plastiques secondaires triés sont des enjeux valables au Québec et en France.

De façon continue, les deux juridictions travaillent en étroite collaboration par l'intermédiaire des organismes de références Éco entreprise (Québec) et CITÉO (France) à la recherche des solutions à ces enjeux. La rencontre internationale tenue à Paris les 4 et 5 février s'inscrivait dans cette mouvance.

5.4 Recommandations en quoi chaque recommandation favorise EC

5.4.1 À l'intention du gouvernement

Par ses ministères et ses organismes d'état, le gouvernement exerce une orientation sur l'économie.

Recommandation 1 : Créer un marché local viable propre aux plastiques secondaires

L'analyse effectuée au précédent chapitre a démontré qu'au Québec comme en France, l'absence de débouchés au niveau local, l'offre et la demande des plastiques secondaires insuffisantes au niveau intérieur, le faible prix des résines secondaires concurrencé par le prix des résines vierges sont des défis à relever dans la nouvelle approche de gestion des plastiques. Pour se faire, la création d'un marché intérieur viable et distinct de celui des résines vierges est nécessaire afin de répondre à la dynamique de l'économie circulaire. Dans ce sens, le marché favorise la transformation des plastiques secondaires au plus près de la demande intérieure. C'est pourquoi celui-ci doit être accessible à l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur notamment aux entreprises de collecte, de transformation et de recyclage. En internalisant l'approvisionnement des matières secondaires, le développement des synergies entre acteurs est rendu possible grâce aux partenariats et plateformes d'échange d'expériences, de technologies.

La mise en place d'un tel marché doit s'accompagner de mesures comme l'instauration d'un quota de plastiques secondaires à la fabrication des produits tout en considérant les exigences de pureté des résines recyclées pour la fabrication de certains emballages et bouteilles. L'obligation d'un taux minimal de plastiques secondaires lors de la fabrication d'objets en plastique doit également s'appliquer aux produits venant de l'étranger. De cette façon, il serait plus facile de contrôler la composition des produits importés qui envahissent le marché québécois et prévoir des équipements adaptés à leurs gestions en fin de vie.

De plus, une taxe sur les résines vierges pourrait être instaurée afin de guider le choix des fabricants vers des résines secondaires. La taxe sur les résines vierges est donc perçue comme un incitatif à la consommation des plastiques recyclés. Cela optimise le recours aux matières secondaires et réduit la production des externalités négatives (combustion, décomposition) liées à l'exploitation de la ressource.

Recommandation 2 : Sortir de la dépendance à l'exportation

La barrière verte Green Fence dont s'est dotée la Chine fut un premier pas vers une prise de conscience pour de nombreux pays à la recherche de débouchés locaux. Cependant, de nombreux pays asiatiques comme la Malaisie, le Viêt Nam, le Bangladesh, l'Inde, les Philippines et l'Indonésie sont devenus la nouvelle destination où sont exportés les déchets plastiques, malgré le débordement de leur industrie du recyclage. D'ailleurs, la Malaisie, l'Indonésie, et les Philippines s'inspirent aussi de la démarche introduite par la Chine ; celle de retourner les conteneurs de déchets non conformes aux expéditeurs. Le Québec doit se servir de cette crise et prendre des mesures pour baisser l'exportation des plastiques triés. Ces mesures pourraient être par exemple, la traçabilité des exportations, l'instauration des quotas et la taxation de l'export.

En favorisant les recycleurs québécois dans l'accès aux volumes de plastiques requis pour faire fonctionner leurs industries, le marché local du recyclage devrait se réguler sans stigmatiser les exportations répondant aux logiques de concurrence et de compétitivité. De plus, ces mesures sont conformes à l'économie circulaire. En fait, elles assurent la transparence auprès des consommateurs et gestionnaires de déchets municipaux quant à la destination des matières après les efforts fournis en termes de tri. En outre, elles favorisent la gestion des déchets plastiques en circuit court, la création de valeur au niveau intérieur (revenus, emplois) et la lutte contre les transferts illégaux des déchets vers des pays d'accueil, soumis très souvent aux risques environnementaux et de santé humaine.

À ce titre, le règlement relatif au transfert des déchets doit strictement s'appliquer, en plus des programmes de surveillance et d'inspections rigoureuses dans les ports.

Recommandation 3 : Stimuler l'innovation et la recherche et développement

L'innovation est un élément clé de transformation de la chaîne de valeur des plastiques dans une approche d'économie circulaire. Le recyclage chimique et les autres formes novatrices de valorisation prolongent le cycle de vie des plastiques en les détournant des sites d'enfouissements et en limitant leur présence dans l'environnement. Le gouvernement a donc cette responsabilité d'accompagner les centres de tri dans la modernisation des installations de tri avancé et sophistiqué, en mettant à leur disposition des fonds appropriés. Aussi, des investissements en recherche et développement doivent se multiplier afin de dynamiser l'industrie du recyclage et permettre aux entreprises en démarrage d'être rentables et compétitives.

5.4.2 À l'intention de Recyc-Québec

La mission de l'organisme d'état Recyc-Québec comprend l'appui au développement du marché des matières secondaires.

Recommandation 4 : Créer une agence pour superviser la filière des plastiques recyclés

Sous l'égide de Recyc-Québec, l'agence aura pour mission principale d'encadrer à la fois l'industrie de la récupération et celle du recyclage des plastiques secondaires. Pour se faire, plusieurs responsabilités peuvent lui être confiées : définir les standards de qualité des ballots triés ; élaborer une grille tarifaire de reventes des ballots triés pour rentabiliser et opérationnaliser les opérations des centres de tri ; définir les quotas d'exportation pour rendre fonctionnel le marché local et permettre aux recycleurs locaux de s'approvisionner ; gérer les dispositifs de soutiens financiers prévus pour la modernisation des installations de tri et pour le développement des solutions innovantes de recyclage.

5.4.3 À l'intention des fabricants des produits en plastique

Les options actuelles de récupération ne favorisent pas le recyclage de tous les plastiques. La performance de la récupération stagne et celle de la mise en valeur demeure incertaine.

Les matières soumises à la filière REP génèrent un meilleur rendement en termes de récupération et de recyclage. Or, présentement les plastiques de la collecte sélective ne sont pas assujettis à la REP. À ce titre, une autorité responsable et complète telle que la REP peut s'appliquer aux

plastiques actuels et aux plastiques émergents, considérés comme contaminants sur les plateformes de tri en raison de l'absence d'installations pour leur reconnaissance à l'étape du tri.

En effet, l'implication directe ou indirecte des metteurs au marché dans la gestion de leurs propres emballages en fin de vie est un moyen de les responsabiliser. L'amélioration de la recyclabilité de certains emballages et de la masse des contenants participe à la maîtrise des impacts environnementaux générés par leurs produits en fin de vie.

Dans une REP, les fabricants peuvent choisir eux-mêmes les dispositifs de collecte et de traitement plus efficaces et mieux adaptés à chaque type de plastiques : le type de conteneurs, l'adaptation de la fréquence de collecte, l'amélioration de la qualité des flux collectés.

5.4.4 À l'intention des centres de tri

La qualité des matières triées est fondamentale pour déterminer le prix de revente de la matière, mais aussi les possibilités de réemploi, de réutilisation et de valorisation de celle-ci

Recommandation 6 : Améliorer radicalement la qualité des matières triées

Un meilleur prix de revente de la matière triée résulte des possibilités de réemploi, de réutilisation et de valorisation de celle-ci. Il est donc primordial pour les centres de tri de se doter d'un système de gestion de la qualité des ballots sortants et d'une traçabilité des flux triés.

À ce titre, l'instauration d'une certification des matières triées est pertinente pour cheminer vers un tri plus précis des différents flux de plastiques. De plus, cet instrument permettra d'homogénéiser la qualité des matières récupérées et triées dans tous les centres de tri. Pour se faire, les centres de tri doivent travailler de concert avec l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur notamment les recycleurs, les fabricants, les experts-conseils afin d'évoluer dans un processus d'amélioration continue.

CONCLUSION

S'intéresser à la gestion des plastiques résiduels implique l'exploration à la fois de l'industrie de la récupération et celle du recyclage. Dans une vision d'ensemble, il faut admettre que la collecte sélective des matières recyclables au Québec, y compris celle des plastiques a grandement évolué, depuis son implantation au début des années 1980 jusqu'à nos jours. Aujourd'hui, 97 % de la population québécoise est desservie par au moins une collecte sélective. De plus, les équipements de tri et de conditionnement sont plus performants et efficaces. Ils tendent vers une plus grande automatisation des centres de tri. Les modalités de collecte sont diversifiées et les matières acceptées sont variées.

Le marché du recyclage a connu lui aussi une évolution avec le développement d'un plus grand nombre de recycleurs et l'ouverture du commerce transfrontalier des déchets grâce à la mondialisation des échanges. Cependant, les différentes crises, à l'origine des fluctuations accrues des prix de matières, dépendamment du marché boursier et des décisions souvent trop arbitraires des géants du recyclage, principalement la Chine, en témoignent des limites d'un modèle qui ne peut plus perdurer.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent essai, dont l'objectif principal consiste à trouver des solutions novatrices à la gestion des plastiques de la collecte sélective, générant une chaîne de valeur conforme à l'économie circulaire.

Pour approfondir l'étude, le contexte français a été introduit. Le choix porté sur la France s'explique par la disponibilité des documents en langue française et surtout par l'étroite collaboration déjà existante entre les deux juridictions, rendue possible par l'intermédiaire des organismes de référence comme Éco entreprise (Québec) et CITÉO (France).

La grille d'analyse comparative et multicritère élaborée a permis d'évaluer le niveau de performance d'une création de valeur des plastiques. Une appréciation soit, faible, moyenne ou forte a été attribuée à chaque critère regroupé en trois dimensions : socio-économique, environnemental et technologique. Les résultats de l'analyse ont permis de constater que les enjeux globaux tels que la fluctuation des prix des matières plastiques, la dépendance à l'exportation, la faible qualité des matières triées sont des enjeux valables au Québec comme en France.

Dans l'optique de bonifier le système actuel québécois, six recommandations ont été émises. Tout d'abord, l'auteure suggère de créer un marché local viable propre aux plastiques secondaires.

De plus, des mesures telles que l'instauration des quotas à l'exportation, la taxe sur l'export sont des pistes à explorer afin de sortir de la dépendance à l'exportation, garantir la transparence et la meilleure traçabilité des flux de matières quittant le territoire. Par ailleurs, la qualité des matières triées doit être améliorée en vue de satisfaire la demande locale. L'extension de la REP aux emballages de plastiques est également souhaitable au regard des résultats fructueux des filières déjà assujetties. En outre, l'innovation et la R-D étant des moteurs de transformation de la chaîne de valeur des plastiques sont à stimuler. Enfin, sous l'égide de Recyc-Québec, une agence doit être dédiée à la filière des plastiques recyclées afin de coordonner et superviser les opérations de l'industrie de la récupération et du recyclage.

Dans l'ensemble, les objectifs de l'essai ont été atteints. Cependant, étant donné que l'étude visait uniquement les plastiques de la collecte sélective, il serait intéressant de reproduire le même exercice aux plastiques produits dans les ICI.

RÉFÉRENCES

- Actu-Environnement. (2009). Organisation de la collecte en France. Repéré à https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/dechets/organisation_dechets.php4
- Actu-Environnement. (2009). Organisation de la collecte en France. Repéré à https://www.actuenvironnement.com/ae/dossiers/dechets/organisation_dechets.php4
- Actu-Environnement. (2016). Mode de collecte : l'apport volontaire mise sur la qualité de service. Repéré à <https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/dechets-collecte/mode-collecte-apport-volontaire-qualite-service.php>
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie [ADEME]. (2016). Collecte en déchèteries. Repéré à <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/quoi-parle-t/prevention-gestion-dechets/dossier/collecte/collecte-decheteries>
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie [ADEME]. (2016b). Organisation de la collecte des déchets d'emballages ménagers et de papiers graphiques dans le service public de gestion des déchets. Repéré à <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/organisation-collecte-dechets-menagers-papiers-201605-synthese>
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie [ADEME]. (2017). Déchets-chiffres-clés. Repéré à <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/dechets-chiffres-cles-2017-010269.pdf>
- Arnaud, F. (s. d.). L'indispensable réinvention des plastiques. *Institut Véolia*. Repéré à <https://www.institut.veolia.org/sites/g/files/dvc2551/files/document/2019/03/L%27indispensable%20r%C3%A9invention%20des%20plastiques%20-%20Institut%20Veolia%202019.pdf>
- Associated Press. (2019). La Malaisie somme à son tour le Canada de reprendre des conteneurs de déchets. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1172250/malaisie-canada-dechets-conteneurs-plastique-non-recyclable>
- Auger, D. (2006). *Guide sur la collecte sélective des matières recyclables document synthèse*. Québec ; Montréal : Recyc-Québec : Éditions Ruffec.
- Bernard, W. (2014). Hausse de la taxe foncière à Bouguenais ? Repéré à <http://respiration-bouguenais.fr/hausse-de-la-taxe-fonciere-a-bouguenais/>
- Boisselle, N. (2011). La récupération au Québec : Diagnostic, comparaison avec la récupération en Europe et recommandations. Repéré à https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2011/Boisselle_N__23-08-2011_.pdf
- Bureau de normalisation du Québec [BNQ]. (2010). Norme et protocole de certification pour les produits compostables. Repéré à https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_waste/fr_packaging/pn_1510_compostability_std_certificate_protocol_f.pdf

- Bureau, C. (2009). Optimisation de la gestion et de la mise en valeur des plastiques récupérés au Québec. Repéré à https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/7085/cufe_Bureau_essai67.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carbios. (s.d.). Biorecyclage : Principe du biorecyclage enzymatique. Repéré à <https://carbios.fr/technologies/le-biorecyclage/>
- Charles, T. (2018). Les paradoxes de l'économie circulaire. Repéré à <https://www.plasturgie-formation.com/article/oeil-expert/les-paradoxes-de-l-economie-circulaire.html>
- Commission européenne. (2018). Une stratégie européenne sur les matières plastiques dans une économie circulaire. Repéré à <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0028>
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement [CCME]. (2018). Stratégie visant l'atteinte de zéro déchet de plastique. Repéré à https://www.ccme.ca/files/Resourcess/fr_waste/fr_plastics/STRATÉGIE%20VISANT%20L'ATTEINTE%20DE%20ZÉRO%20DÉCHET%20DE%20PLASTIQUE.pdf
- Conseil du patronat du Québec. (2018). Économie circulaire au Québec : opportunités et impacts économiques.
- Conseil régional de l'environnement de la Montérégie [CREM]. (2002). Guide sur la gestion des matières résiduelles comme outil pour supporter la démarche de consensus informé en Montérégie. Repéré à http://cmm.qc.ca/pmgmr/documents/documents/dc2_cre_monteregie_1510.PDF
- Côté, A. (2017). Gérer localement nos matières recyclables. Repéré à <https://bricabacs.com/2017/10/31/gerer-localement-nos-matieres-recyclables/>
- Cygler, C. (2011). Collecte pneumatique des déchets : un investissement d'avenir ? Repéré à <https://www.actu-environnement.com/ae/news/collecte-dechets-reseau-pneumatique-collectivites-bornes-13794.php4>
- Daly, N. (2018). For Animals, Plastic Is Turning the Ocean Into a Minefield. Repéré à <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2018/06/plastic-planet-animals-wildlife-impact-waste-pollution/?beta=true#close>
- Delacote, P., Lafforgue, G. et Lorang, E. (2019). Pourquoi l'économie circulaire ne doit pas remplacer la sobriété. Repéré à <http://theconversation.com/pourquoi-leconomie-circulaire-ne-doit-pas-remplacer-la-sobriete-119021>
- Delamarche, M. (2019). L'usine matières ; Trois technos pour recycler tous les plastiques. Repéré à : <https://www.usinenouvelle.com/article/trois-technos-pour-recycler-tous-les-plastiques.N801790>
- Deloitte. (2014). analyse-chaine-de-valeur-recyclage-plastiques-en-france-201412-synthese.pdf. Repéré à <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/analyse-chaine-de-valeur-recyclage-plastiques-en-france-201412-synthese.pdf>

- Derome, B. (2018). Dossier : Le point sur la recyclabilité des plastiques. *IDP Innovation*. Repéré à <http://www.idp-innovation.com/dossier-le-point-sur-la-recyclabilite-des-plastiques/>
- Desbiens, J.-F. (2019). Centre de tri Récup-Estrie : les 850 tonnes de matières recyclables seront enfouies. Repéré à <https://www.journaldemontreal.com/2019/01/24/centre-de-tri-recup-estrie-les-850-tonnes-de-matieres-recyclables-seront-enfouies>
- Dion, M. (2018). Québec débloque 15 millions pour moderniser les « gobeuses » ICI Radio-Canada.ca. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1090954/modernisation-consigne-15-millions-gobeuses-quebec-environnement-canette>
- Dupin, L. (2019). Plastique : Depuis que la Chine a fermé sa poubelle, le recyclage mondial est en plein chaos. Repéré à : <https://www.novethic.fr/actualite/environnement/dechets/isr-rse/plastique-depuis-que-la-chine-a-ferme-sa-poubelle-le-recyclage-mondial-est-en-plein-chaos-147185.html>
- Éco Entreprises Québec. (2019). Forum Solutions plastiques : ÉEQ et Citeo réunissent toute la chaîne de valeur pour développer le recyclage du plastique. Repéré à <https://www.eeq.ca/forum-solutions-plastiques-eeq-et-citeo-reunissent-toute-la-chaine-de-valeur-pour-developper-le-recyclage-du-plastique/>
- Enviroplast. (s.d.). Enviroplast, spécialiste en recyclage de plastique. Repéré à <https://enviroplast.com/>
- Équiterre. (2018). L'accablant constat de la pollution plastique | equiterre.org - Pour des choix écologiques, équitables et solidaires. Repéré à <https://equiterre.org/actualite/laccablant-constat-de-la-pollution-plastique>
- Eurostat. (2019). Prix des matériaux pour les matières recyclées. Repéré à <https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/waste/prices-for-recyclates>
- Fédération professionnelle des entreprises du recyclage [FEDEREC] et Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie [ADEME]. (2017). Évaluation environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de l'analyse de cycle de vie. Repéré à <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-28012-etude-federec-bilan-recyclage-france.pdf>
- Fichter, M. (2018). Consigner les bouteilles en plastique : la piste du gouvernement pour améliorer la collecte des déchets. Repéré à <https://www.francebleu.fr/infos/societe/consigner-les-bouteilles-en-plastique-la-piste-du-gouvernement-pour-ameliorer-la-collecte-des-1517909359>
- Fondation Ellen Macarthur. (2017). Pour une nouvelle économie des plastiques. Repéré à https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/NPEC-Hybrid_French_22-11-17_Digital.pdf
- Gagnon, K. (2019). La machine géante qui recyclait du plastique. Repéré à <https://www.lapresse.ca/environnement/en-vrac/201902/07/01-5213981-la-machine-geante-qui-recyclait-du-plastique.php>
- Gamberini, G. (2019). Plastique : pourquoi la consigne évoquée par Edouard Philippe divise. Repéré à <https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/energie-environnement/plastique-pourquoi-la-consigne-evoquee-par-edouard-philippe-divise-820281.html>

- Gervais, H. (2010). Les plastiques Fiches informatives. Repéré à <https://trsjd.files.wordpress.com/2018/02/fiche-info-plastique.pdf>
- Golla, M. (2018). 5 chiffres chocs démontrent pourquoi le plastique est un fléau planétaire. Repéré à <http://www.lefigaro.fr/conso/2018/09/11/20010-20180911ARTFIG00013-5-chiffres-chocs-demonstrent-pourquoi-le-plastique-est-un-fleau-planetaire.php>
- Gouvernement du Canada. (2019). Le programme scientifique canadien sur les plastiques. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/sciences-technologies/programme-scientifique-canadien-plastiques.html#toc5>
- Grand Québec. (2015). Système de consignation – Voyage à travers le Québec. Repéré à <https://grandquebec.com/ecologie-quebec/consigne/>
- IFP Energies nouvelles. (2019). Recyclage de plastique : où en est la France ? - Sciences et Avenir. Repéré à https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/developpement-durable/recyclage-de-plastique-ou-en-est-la-france_122563
- Jacob-Vaillancourt, C. (2018). Caractérisation avancée et valorisation des plastiques. Étude de cas chez Gaudreau Environnement Inc. (Mémoire). Québec : Canada.
- La presse canadienne. (2019). Les déchets canadiens aux Philippines sont chargés sur un navire pour Vancouver. Repéré à <https://ici.radiocanada.ca/nouvelle/1172717/philippines-canada-dechets-conteneurs-retour-plastique-duterte>
- Le journal de Montréal. (2019). L'Indonésie renvoie des centaines de conteneurs de déchets. Repéré à <https://www.journaldemontreal.com/2019/09/04/lindonesie-renvoie-des-centaines-de-conteneurs-de-dechets>
- Lebel, T. (2019). Un robot en renfort dans les centres de tri. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1158615/robot-tri-recyclage-intelligence-artificielle-centre-matiere>
- Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs [MDDEP]. (2011). Politique québécoise de gestion des matières résiduelles ; Plan d'action 2011-2015. Repéré à : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/pgmr/presentation.pdf>
- Montebault, M. (2017). Les centres de tri du Québec menacés par une nouvelle règle chinoise. Repéré à : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1064357/centres-tri-quebec-coince-nouvelle-regle-chinoise>
- Mouchon, F. (2019). Brune Poirson : « On va lancer la consigne des bouteilles en plastique » Le Parisien. Repéré à <http://www.leparisien.fr/societe/brune-poirson-on-va-lancer-la-consigne-des-bouteilles-en-plastique-18-06-2019-8096250.php>
- Mudgal, S., Lyons, L. et Ann Kong, M. (2013). Étude sur le renforcement de l'objectif de recyclage mécanique des plastiques. Repéré à https://www.plasticsrecyclers.eu/sites/default/files/FR_Study-on-an-increased-mechanical-recycling-target-for-plastics.pdf
- Oceaneye. (2019). Consommation de plastique. Repéré à <https://www.oceaneye.ch/problematique/consommation-de-plastique/>

Olivier, M. (2016). *Matières résiduelles et 3RV-E : Bâtir l'économie circulaire. 2^e édition*. Saint-Robert, Québec : Lab Editions, 77-78-80-181-182-183 P.

Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE]. (2017). Responsabilité élargie du producteur: Une mise à jour des lignes directrices pour une gestion efficace des déchets. Repéré à <https://doi.org/10.1787/9789264273542-fr>

Paré, I. (2019). Des solutions québécoises au problème du plastique. Repéré à <https://www.ledevoir.com/societe/environnement/547267/des-jeunes-pousses-quebecoises-dans-le-peloton-de-tete-des-technologies-de-recyclage-du-plastique>

Payelle, A. (2018). Recyclage de plastique : où en est la France ? - Sciences et Avenir. Repéré à https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/developpement-durable/recyclage-de-plastique-ou-en-est-la-france_122563

Planète durable. (2018). Le recyclage des déchets plastiques : comment ça fonctionne ? Repéré à <http://www.planete-durable.com/le-recyclage-des-dechets-plastiques-comment-ca-fonctionne/>

Planetoscope. (2012). Statistiques : Production mondiale de plastique. Repéré à <https://www.planetoscope.com/petrole/989-production-mondiale-de-plastique.html>

Plastics Europe. (2018) Repéré à : <https://www.plasticseurope.org/fr/newsroom/press-releases/archive-cp-2018/lindustrie-des-matieres-plastiques-une-industrie-performante-et-contestee>

Polystyvert. (2019). Recyclage du polystyrène. Repéré à <http://www.polystyvert.com/fr/>

Pouliquen, F. (2018). Recyclage des plastiques : Le retour de la consigne, la fausse bonne idée? Repéré à <https://www.20minutes.fr/planete/2216087-20180206-recyclage-plastiques-retour-consigne-fausse-bonne-idee>

Pyrowave. (s.d.). Une solution pour l'enjeu mondial de la gestion de la fin de vie des plastiques. Repéré à <https://www.pyrowave.com/fr/la-technologie-pyrowave>

Radio-Canada. (2018). Recyclage du plastique : le Québec a encore du chemin à faire. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/premiere/emissions/samedi-et-rien-d-autre/segments/entrevue/90654/recyclage-plastique-quebec-marc-olivier-modernisation-recyclage>

Recyc-Québec (2012). Bilan 2012 de la gestion des matières résiduelles au Québec. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2012.pdf>

Recyc-Québec (2015). Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2015.pdf>

Recyc-Québec. (2017). Fermeture de la Chine à l'importation de matières recyclables : RECYC-QUÉBEC et ÉEQ à pied d'œuvre et en mode solutions. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/haut-de-page/salle-de-presse/archives-presse/2017-fermeture-chine-importation-matieres-recyclables>

- Recyc-Québec. (2018 b). Contenants et emballages en plastique PET # 1. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/fiche-contenants-emballages-plastique-pet1.pdf>
- Recyc-Québec. (2018 g). Système de consignation. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/Fiche-info-consigne.pdf>
- Recyc-Québec. (2018a). Contenants et emballages en plastique HDPE # 2. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/fiche-contenants-emballages-hdpe2.pdf>
- Recyc-Québec. (2018c). Contenants et emballages en polystyrène (PS) # 6. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/fiche-polystyrene.pdf>
- Recyc-Québec. (2018d). Indice-prix-matieres-decembre2017. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/indice-prix-matieres-decembre2017.pdf>
- Recyc-Québec. (2018e). Plastiques mélangés. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/Fiche-plastiques-melanges.pdf>
- Recyc-Québec. (2018f). Sacs et pellicules de plastique. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/fiche-sacs-pellicules.pdf>
- Recyc-Québec. (2019 b). Indice-prix-matieres-juin2019. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/indice-prix-matieres-juin2019.pdf>
- Recyc-Québec. (2019a). Indice-prix-matieres-dec2018. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/indice-prix-matieres-dec2018.pdf>
- Recyc-Québec. (s.d.). Indice-prix-matieres-sommaire-1991-2016. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/indice-prix-matieres-sommaire-2009-2016.pdf>
- Robillard, J.P. (2018). Recyclage : Le Québec veut aider les centres de tri qui débordent. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1079980/recyclage-quebec-centre-tri-aide-financiere-chine>
- Roussange, G. (2017). Machaon anticipe l’afflux de films d’emballage | Les Echos. Repéré à <https://www.lesechos.fr/pme-regions/actualite-pme/machaon-anticipe-lafflux-de-films-demballage-335742>
- Saget, J. (2019). Consigner le plastique? Une mesure qui inquiète les professionnels du recyclage. Repéré à <http://www.francesoir.fr/societe-environnement/consigner-le-plastique-une-mesure-qui-inquiete-les-professionnels-du-recyclage>
- Schmitt, Y. (s. d.). État des lieux du recyclage des matières plastiques en France. Repéré à <http://recyclage-plastique.com/wp-content/uploads/2016/03/Etat-des-lieux-Recyclage.pdf>
- Shields, A. (2017). L’industrie du recyclage dépendante des exportations. Repéré à <https://www.ledevoir.com/societe/environnement/511695/recyclage-une-crise-provoquee-par-notre-dependance-aux-exportations>

- Tremblay, G. (2010). Hiérarchie des modes de gestion des matières résiduelles et reconnaissance d'opérations de traitement en tant que valorisation énergétique. Repéré à <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2062389>
- Trudel, M.-È. (2018). Des robots québécois qui recyclent et qui veulent faire leurs preuves ici. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1138101/waste-robotics-robots-recyclage-intelligent-centres-de-tri>
- Valoris. (s.d.). Mission et objectifs réduire l'enfouissement. Repéré à <http://www.valoris-estrie.com/mission-et-objectifs/>
- Valorplast. (s.d.). Expert du recyclage des emballages plastiques pour les collectivités –
- Valorplast. Repéré à <https://www.valorplast.com/>
- Ville de Montréal. (2017). Matières résiduelles : des innovations montréalaises à fort potentiel | Innovation Développement MTL | ID MTL | Français. Repéré à <https://ville.montreal.qc.ca/idmtl/matieres-residuelles-des-innovations-montrealaises-a-fort-potentiel/>
- Ville de Québec. (2019). Centre de tri. Repéré à https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/matieresresiduelles/recyclage/centre_de_tri.asp
- Woessner, G. (2018). Combien de bouteilles en plastique sont-elles recyclées ? Repéré à <https://www.europe1.fr/emissions/Le-vrai-faux-de-l-info2/combien-de-bouteilles-en-plastique-sont-elles-recyclees-3567590>

ANNEXE 1 - PLASTIQUES DE LA COLLECTE SÉLECTIVE (tiré de : Recyc-Québec, 2018)

COLLECTE SÉLECTIVE

Contenants et emballages en plastique PET # 1



Collecte

Types de contenants et d'emballages

Code



Propriétés

- Résistance au bris
- Étanchéité à l'oxygène et au dioxyde de carbone
- Stabilité chimique
- Flexibilité
- Transparence
- Résistance thermique
- Légèreté
- Durabilité

Exemples

- Bouteilles de boissons gazeuses et d'eau de source
- Pots de beurre d'arachide
- Contenants d'œufs
- Barquettes pour champignons, petits fruits et plats surgelés

Récupération dans le secteur résidentiel au Québec

CATÉGORIE DE MATIÈRE ¹	2012-2013 ¹			2012-2015		2012-2016	
	COLLECTE DES DÉCHETS (TONNES)	COLLECTE SÉLECTIVE (TONNES)	TOTAL (TONNES)	TAUX DE RÉCUPÉRATION (EN %)	TAUX DE RÉCUPÉRATION (EN %)	TAUX DE RÉCUPÉRATION (EN %)	TAUX DE RÉCUPÉRATION (EN %)
Bouteilles de boisson consignées	1 673	1 844	3 517	52,4 %	51,1 %	57,3 %	
Bouteilles d'eau à remplissage unique	4 184	7 397	11 581	63,9 %	65,3 %	70,2 %	
Bouteilles de boisson non consignées transparentes – clair, bleu ou vert pâle	1 731	3 726	5 457	68,3 %	67,3 %	72,7 %	
Bouteilles et contenants avec bouchons transparents – clair, bleu ou vert pâle	4 298	3 443	7 741	44,5 %	46,0 %	52,1 %	
Bouteilles de boisson non consignées opaques ou transparentes autres que clair, bleu ou vert pâle	504	498	1 002	49,7 %	53,2 %	57,2 %	
Bouteilles et contenants avec bouchons opaques ou transparents autres que clair, bleu ou vert pâle	1 155	1 025	2 180	47,0 %	49,2 %	51,9 %	
Autres emballages opaques ou transparents autres que clair, bleu ou vert pâle	1 552	1 254	2 806	44,7 %	44,5 %	47,5 %	
Autres emballages transparents – clair, bleu ou vert pâle	4 911	4 673	9 584	48,8 %	48,7 %	53,6 %	
TOTAL	20 008	23 860	43 868	54,4 %	55,0 %	60,1 %	

* Certaines catégories de matières peuvent ne pas être visées par le régime de compensation.

¹ RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2015). Rapport synthèse - Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013

² RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2017). Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel - Résultats 2012-2016

³ Idem

FICHE INFORMATIVE Mars 2018

RECYC-QUÉBEC Québec

1

COLLECTE SÉLECTIVE

Contenants et emballages en plastique HDPE # 2



Collecte

Types de contenants et d'emballages

Code



Propriétés

- Rigidité, solidité, opacité, imperméabilité aux produits chimiques, à l'humidité et aux gaz (ex. : bouteilles de détergent ou de javellisant)
- Résistance au froid (ex. : contenants de crème glacée)
- Permet la fabrication de récipients volumineux (ex. : bouteilles de 4 l)
- Souplesse et solidité (ex. : sacs d'emplètes)

Exemples

- Bouteilles de savon à lessive et de shampoing
- Contenants de lait ou de jus
- Sacs d'emplètes
- Chaudières
- Flacons de médicaments

Récupération dans le secteur résidentiel au Québec

CATÉGORIE DE MATIÈRE ¹	2012-2013 ¹			2012-2015		2012-2016	
	COLLECTE DES DÉCHETS (TONNES)	COLLECTE SÉLECTIVE (TONNES)	TOTAL (TONNES)	TAUX DE RÉCUPÉRATION (EN %)	TAUX DE RÉCUPÉRATION (EN %)	TAUX DE RÉCUPÉRATION (EN %)	TAUX DE RÉCUPÉRATION (EN %)
Bouteilles de boisson	2 164	3 195	5 360	59,6 %	58,4 %	60,7 %	
Bouteilles et contenants à bouchon	5 787	9 849	15 636	63,0 %	64,4 %	67,6 %	
Autres emballages	433	392	825	47,5 %	54,0 %	61,5 %	
Seaux, chaudières et couvercles #2 et #5	3 665	1 704	5 369	31,7 %	33,8 %	28,7 %	
TOTAL	12 049	15 141	27 190	55,7 %	57,7 %	60,5 %	

* Certaines catégories de matières peuvent ne pas être visées par le régime de compensation.

Tri

Ventes des centres de tri québécois en 2015

CATÉGORIE	QUANTITÉ VENDUE (TONNES)	PROPORTION VENDUE À DES COMPTES-RENDUS DE RECYCLAGE QUÉBÉCOIS	PROPORTION VENDUE À DES COURTIERS	PROPORTION EXPÉDIÉE AU DÉCHÈTE
HDPE # 2	9 500	77 %	16 %	7 %

¹ RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2015). Rapport synthèse - Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013

² RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2017). Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel - Résultats 2012-2016

³ Idem

⁴ La quantité vendue ne coïncide pas avec les données de la caractérisation résidentielle, car il s'agit de deux méthodologies différentes. De plus, une partie du HDPE se retrouve dans les ballots de plastiques mélangés. Par ailleurs, cette quantité inclut les centres de tri recevant des matières des ICI (29 centres de tri au total).

FICHE INFORMATIVE Mars 2018

RECYC-QUÉBEC Québec

1

COLLECTE SÉLECTIVE

Contenants et emballages en polystyrène (PS) # 6



Collecte

Types de contenants et d'emballages¹

TYPE	DESCRIPTION
Emballage de protection en PS expansé (EPS)	Formes moulées ou plates, utilisées pour protéger les objets fragiles des bris lors du transport
Emballage ou contenant alimentaire en PS expansé (EPS)	Contenants sanitaires et isolants utilisés en service alimentaire, tels les verres à café et les gobelets
Emballage ou contenant alimentaire de PS extrudé (XPS)	Emballages alimentaires sanitaires et isolants tels les barquettes pour viande et les contenants à couvercle rabattable
Emballage ou contenant en PS rigide choc - high impact PS - HIPS	Contenants moulés par thermoformage ou par injection tels les barquettes pour champignons, les pots de yogourt en paquet de portions individuelles et la vaisselle jetable
Emballage ou contenant de PS standard - general purpose PS - GPPS	Contenants moulés par injection : contenants thermoformés à couvercle rabattable tels les contenants de boulangerie et les baltiers pour CD et DVD

Propriétés du polystyrène

- Isolation thermique
- Protection
- Rigidité
- Faible poids
- Faible coût
- Nécessite peu de matière première

Le PS expansé est une matière composée de 90 % d'air. Sa faible masse volumique a un impact significatif sur le coût du transport vers les centres de traitement.

Récupération du PS dans le secteur résidentiel au Québec

	2012-2013 ²			2012-2015 ³	2012-2016 ⁴
CATÉGORIE	COLLECTE DES DÉCHETS (TONNES)	COLLECTE SÉLECTIVE (TONNES)	TOTAL (TONNES)	TAUX DE RÉCUPÉRATION 2012-2013	TAUX DE RÉCUPÉRATION 2012-2015
PS expansé ou extrudé alimentaire (EPS, XPS)	9 959	770	10 729	7,2 %	9,9 %
PS expansé de protection (EPS)	3 107	1 516	4 623	32,8 %	33,0 %
PS rigide	4 707	2 155	6 863	31,4 %	26,4 %
TOTAL	17 773	4 441*	22 215	20,0 %	19,7 %

* Le PS déposé dans la collecte sélective par les citoyens n'est généralement pas trié par les centres de tri en vue d'être recyclé. Il se retrouve donc généralement dans les ballots de plastiques mélangés ou dans les rejets des centres de tri. Cela dépend si les centres de tri ont des marchés pour son recyclage ou sa valorisation.

Tri

Centres de tri québécois recevant du PS et quantité vendue en 2015

CATÉGORIE DE PS	NOMBRE DE CENTRES DE TRI PRINCIPAUX RECEVANT LE PS (SUR 24)	QUANTITÉ VENDUE PAR LES CENTRES DE TRI (TMS)
PS expansé	3	< 100
PS rigide	8	< 100

2 RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2015). Rapport synthèse - Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013

3 RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2017). Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel - Résultats 2012-2016

4 Idem

FICHE INFORMATIVE AOÛT 2018

RECYC-QUÉBEC Québec

1

COLLECTE SÉLECTIVE

Plastiques mélangés



Collecte

Types de contenants et d'emballages

Codes

- Plastiques mélangés (#1 à 7)
- Plastiques mélangés (#2 à 7)
- Plastiques mélangés (#3 à 7)

Exemples

- Pots de yogourt ou de margarine et couvercles
- Bouteilles et bouchons
- Barquettes
- Seaux, chaudières et couvercles

Récupération dans le secteur résidentiel au Québec

	2012-2013 ¹			2012-2015	2012-2016
CATÉGORIE DE MATIÈRES*	COLLECTE DES DÉCHETS (TONNES)	COLLECTE SÉLECTIVE (TONNES)	TOTAL (TONNES)	TAUX DE RÉCUPÉRATION 2012-2013	TAUX DE RÉCUPÉRATION 2012-2015
Bouteilles de boisson consignées	1 673	1 844	3 517	52,4 %	51,1 %
Bouteilles d'eau à remplissage unique # 1	4 184	7 397	11 581	63,9 %	65,3 %
Bouteilles de boisson non consignées transparentes - clair, bleu ou vert pôle # 1	1 731	3 726	5 457	68,3 %	67,3 %
Bouteilles et contenants avec bouchons transparents - clair, bleu ou vert pôle # 1	4 298	3 443	7 741	44,5 %	46,0 %
Bouteilles de boisson non consignées opaques ou transparentes autres que clair, bleu ou vert pôle # 1	504	498	1 002	49,7 %	53,2 %
Bouteilles et contenants avec bouchons opaques ou transparentes autres que clair, bleu ou vert pôle # 1	1 155	1 025	2 180	47,0 %	49,2 %
Autres emballages opaques, ou transparentes autres que clair, bleu ou vert pôle # 1	1 552	1 254	2 806	44,7 %	44,5 %
Autres emballages transparents - clair, bleu ou vert pôle # 1	4 911	4 673	9 584	48,8 %	48,7 %
Bouteilles de boisson # 2	2 164	3 196	5 360	59,6 %	58,4 %
Bouteilles et contenants à bouchon # 2	5 787	9 849	15 636	63,0 %	64,4 %
Autres emballages # 2	433	392	825	47,5 %	54,0 %
Bouteilles et contenants alimentaires et autres # 3	430	314	744	42,2 %	43,8 %

1 RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2015). Rapport synthèse - Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013

2 RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2017). Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel - Résultats 2012-2016

3 Idem

FICHE INFORMATIVE Mars 2018

RECYC-QUÉBEC Québec

1

COLLECTE SÉLECTIVE

Sacs et pellicules de plastique



Collecte

Types de contenants et d'emballages

Catégorie

Pellicules et sacs d'emballage de codes #2 (HDPE) et #4 (LDPE)

Exemples

- Sacs d'emplettes
- Sacs à pain
- Sacs de lait
- Sacs de nettoyage à sec
- Sacs de légumes frais ou congelés
- Publisacs

Récupération dans le secteur résidentiel au Québec

CATÉGORIE DE MATIÈRES*	2012-2013 ¹			2012-2015		2012-2016
	COLLECTE DES DÉCHETS (TONNES)	COLLECTE SÉLECTIVE (TONNES)	TOTAL (TONNES)	Taux de RÉCUPÉRATION 2012-2013	Taux de RÉCUPÉRATION 2012-2015	Taux de RÉCUPÉRATION 2012-2016
Pellicules et sacs d'emballage #2 et #4	12 588	3 521	16 109	21,9 %	27,3 %	31,7 %
Sacs d'emplettes non dégradables	15 034	2 251	17 286	13,0 %	13,1 %	15,2 %
Autres films plastiques (non emballages)	20 815	2 588	23 403	11,1 %	8,4 %	7,8 %
Autres sacs, films plastiques et laminés	20 205	3 052	23 257	13,1 %	13,2 %	14,3 %
TOTAL	68 642	11 412	80 055	14,3 %	14,4 %	16,0 %

* Certaines catégories de matières peuvent ne pas être visées par le régime de compensation ou ne pas être acceptées dans la collecte sélective.

1 RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2015), Rapport synthèse - Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013

2 RECYC-QUÉBEC et ÉEQ (2017), Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel - Résultats 2012-2016

3 Idem

Tri

Ventes des centres de tri québécois en 2015

CATÉGORIE	QUANTITÉ VENDUE (TONNES) ¹	PROPORTION VENDUE À DES CONDITIONNEURS OU RECYCLEURS QUÉBÉCOIS	PROPORTION VENDUE À DES COURTIERS	PROPORTION EXPÉDIÉE HORS QUÉBEC
Sacs et pellicules de plastique	10 000	5 %	81 %	14 %

Composition des ballots

- Aucune donnée de caractérisation des ballots de sacs et pellicules de plastique n'est disponible.

L'Association of Plastic Recyclers (APR) a développé des *standards de qualité pour les ballots de sacs et pellicules de la collecte sélective*. L'APR recommande, dans ses standards développés pour le MRF Curbside Film, que la proportion de contaminants dans les ballots n'excède pas 5 % en poids.

4 La quantité vendue ne coïncide pas avec les données de la caractérisation résidentielle, car il s'agit de deux méthodologies différentes. Par ailleurs, cette quantité inclut les centres de tri recevant des matières des ICI (29 centres de tri au total).